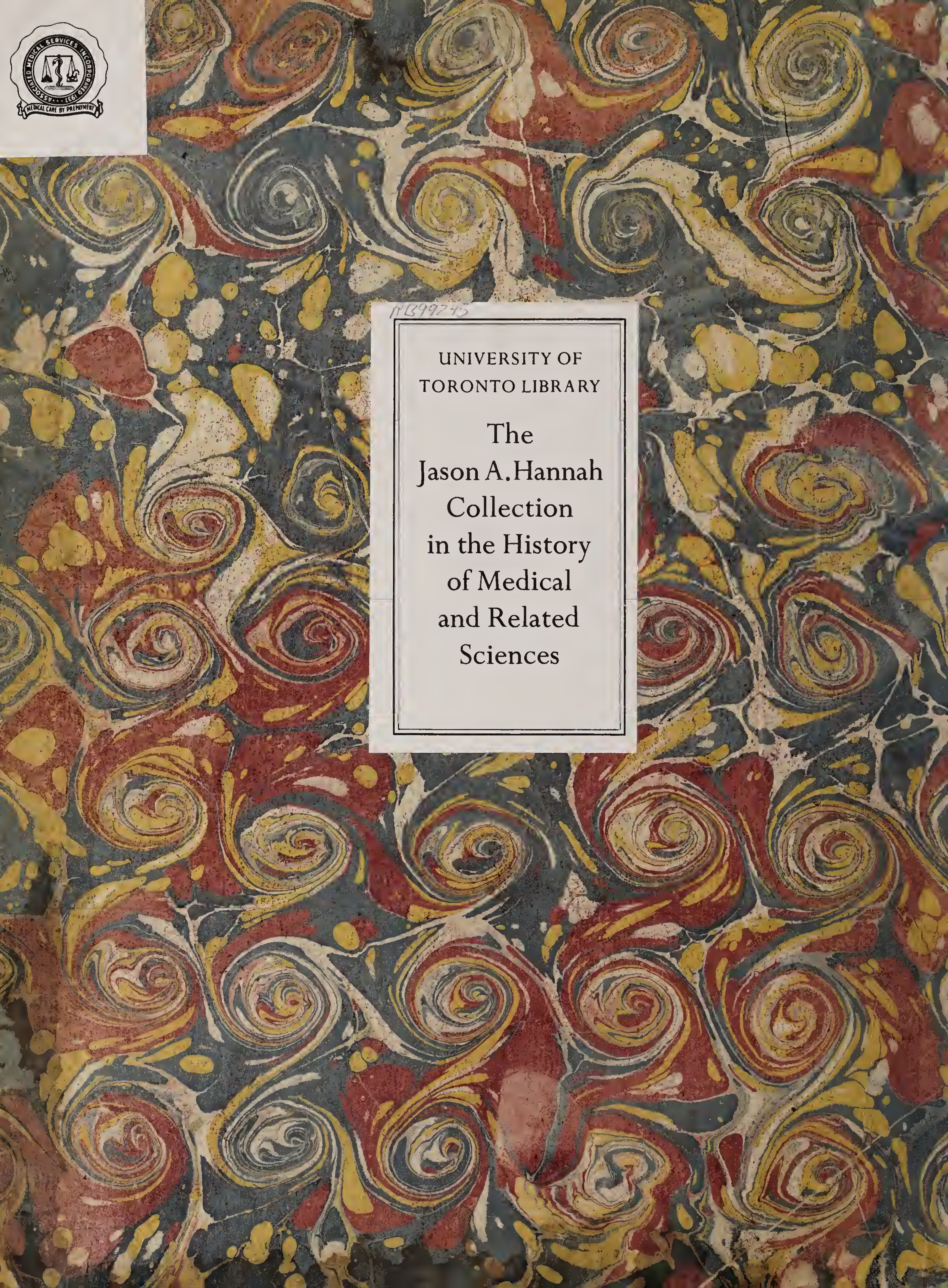
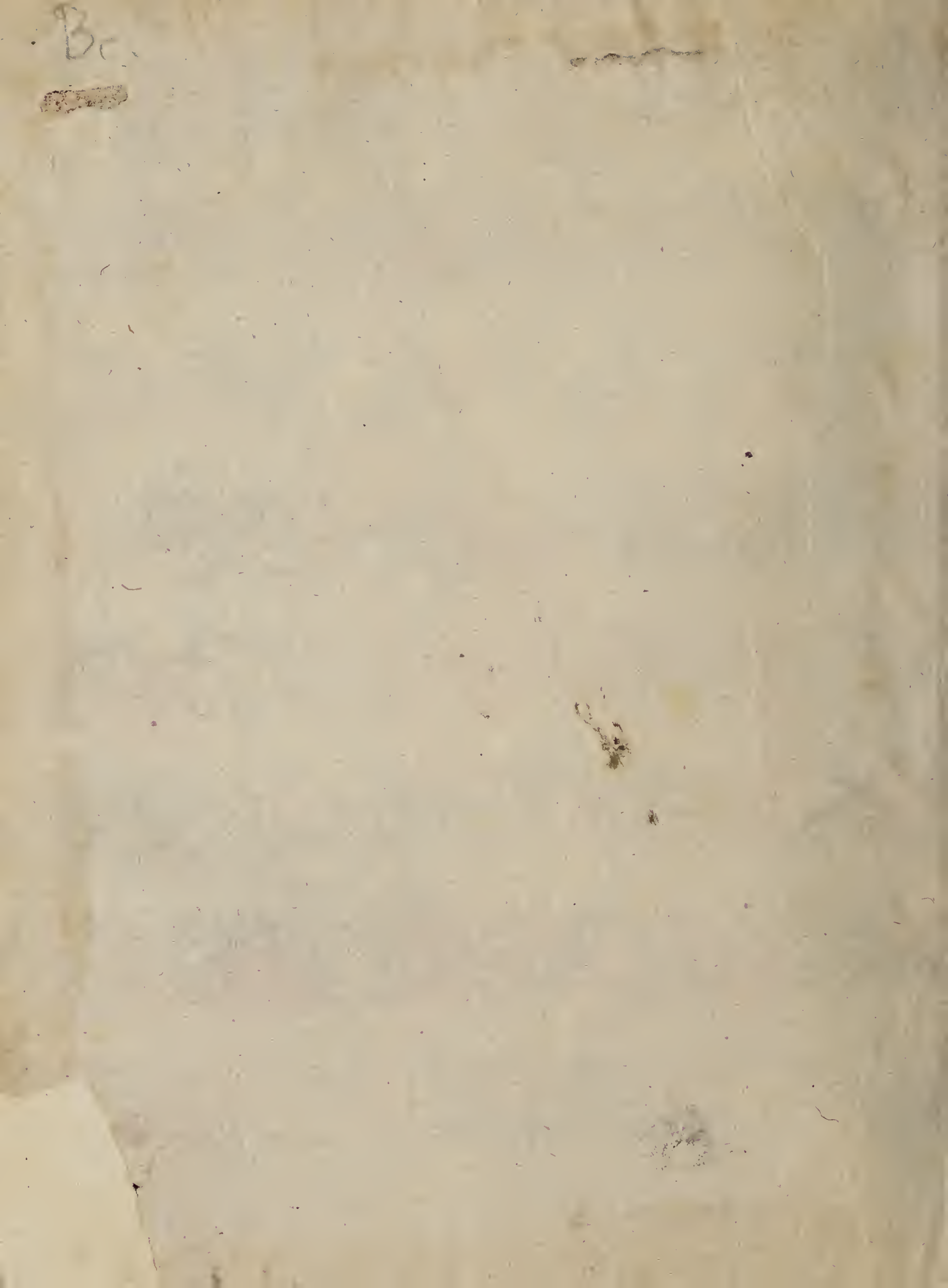



ASSOCIATED MEDICAL SERVICES INCORPORATED
MEDICAL CARE BY PREPAYMENT






PETRUS VAN MUSSCHENBROEK, LUGD: BAT:
PH: ET M: D: PHIL: MATH: ET ASTRON: PROF: IN ACAD: ULTRAJ:
Quisquis scire cupis, quo Musschenbroekius ore
Floruerit, vegeto robore talis erat.
Quem Natura suis adytis admisit, et ultro
Cui Dea secretos pandit amica sinus.
Gallia quem celebrat, Britones cum laude salutant,
Hunc Batavus civem gaudet habere suum.

ESSAI
DE
PHYSIQUE

PAR

MR. PIERRE VAN MUSSCHENBROEK,

Professeur de Philosophie & de Mathématiques à Utrecht;

Avec une Description de nouvelles sortes de

MACHINES PNEUMATIQUES,

Et un Recueil d'Expériences

PAR MR. J. V. M.

Traduit du Hollandois

Par Mr. PIERRE MASSUET, *Docteur en Médecine.*

TOME I.



A LEYDEN,

Chez SAMUEL LUCHTMANS,

Imprimeur de l'Université. 1751.

PRÉFACE.

La Physique n'a jamais été tant cultivée qu'aujourd'hui en Hollande, où l'on trouve un grand nombre de personnes qui s'y appliquent, & qui en font leurs délices. Nous remarquons en effet que cette Science y fait tous les jours de nouveaux progrès, & qu'elle se répand insensiblement dans la plûpart des professions. Elle n'est plus comme autrefois l'appanage d'un petit nombre de Philosophes, mais elle fleurit, & est en vogue chez la plûpart des Sçavans. Le Marchand même en fait une partie des ses occupations, & l'Artisan, qui en entend parler tous les jours, commence aussi à y prendre goût. Enfin elle se fait connoître par tout, & il n'y a presque plus personne de quelque état ou condition qu'il soit, qui ne cherche & ne se fasse un plaisir de se familiariser avec elle.

On a formé dans quelques-unes des principales Villes des Societés, où l'on s'occupe à faire des expériences à l'aide d'un grand nombre d'instrumens de grand prix, & où l'on passe agréablement son temps à la recherche des proprietés & des opérations de toute sorte de Corps. On voit sur-tout fleurir à Amsterdam une semblable Societé, où Mr. MARTENS *explique avec beaucoup d'applaudissement ce qu'il y a de plus curieux & de plus récréatif dans la Physique. Il s'en trouve une à Middelbourg, où Mr.* L. STOCKE, *Docteur en Médecine, ne se distingue pas moins par les soins qu'il se donne pour l'avancement de cette Science. Divers autres Sçavans s'assemblent aussi à Haarlem & à Schiedam dans la même vuë; de sorte qu'on peut dire que la Physique expérimentale est culti-*

vée aujourd'hui avec beaucoup d'ardeur & un ſoin tout particulier par un grand nombre de perſonnes.

La lecture de l'excellent Ouvrage de Mr. NIEUVVENTYT *ſur* l'Exiſtence de Dieu, *a d'abord excité la curioſité du Public, elle a reveillé ſon attention, & chacun a dès lors voulu apprendre à connoître les merveilles cachées dans les productions admirables de l'Auteur de la Nature.*

Quelque temps après la publication de cet Ouvrage, on a vu arriver dans ce Pays Mr. DESAGULIERS, *un des fameux Philoſophes de ce ſiécle, & dont tout le monde connoit la grande capacité. Son adreſſe à faire des Expériences, jointe à une éloquence incomparable, lui a attiré par tout où il a fait quelque ſéjour, un grand nombre de Curieux, qui venoient le trouver de toutes parts pour profiter de ſes leçons. Sa maniere d'enſeigner ne pouvoit manquer d'être applaudie, & de plaire à ſes Auditeurs. Il leur montroit à l'œil ce que la lecture ne leur avoit appris qu'imparfaitement, & dont ils n'avoient qu'une idée ſuperficielle. On ne les entretenoit pas de ſimples conjectures, ni d'hipotèſes mal fondées, dont* DESCARTES *& ſes Sectateurs ont chargé la Philoſophie; mais on leur propoſoit quelque choſe de réel, qu'on expoſoit clairement à leur vuë, & qu'on leur démontroit de diverſes manieres par des Expériences tout-à-fait convainquantes. Rien, ſans doute, n'étoit plus capable de faire une forte impreſſion ſur leur eſprit, tout ce qu'on leur enſeignoit ſe gravoit alors profondément dans leur mémoire, & ils ſe trouvoient par-là encouragés à s'inſtruire encore davantage des ſecrettes démarches de la Nature.*

Mais, après le départ de ce grand Philoſophe, on eut tout lieu de craindre que cette ardeur des Hollandois pour de ſi belles connoiſſances ne commençât à ſe ralentir, & que ces

premieres idées qu'on venoit de leur en donner ne s'effaçassent bientôt de leur esprit. Cette crainte n'étoit que trop bien fondée. Pour pouvoir se rappeller ce qu'on avoit appris, & faire en même-temps de nouveaux progrès dans cette Science, on avoit besoin de Livres qui traitassent de ces mêmes matieres, & qu'on pût consulter dans le besoin. Nous n'avions alors en Hollandois aucun bon Ouvrage pour la Physique Expérimentale, excepté la Traduction de ceux de Mr. DERHAM, *& les leçons de Mr.* DESAGULIERS, *qu'un de ses Disciples avoit eu soin de rassembler. Pour suppléer à ce défaut, quelques Libraires entreprirent de faire travailler à la traduction de divers bons Ouvrages, qu'il donnerent ensuite au Public, tant pour entretenir l'attention des Curieux, que dans la vuë de satisfaire l'envie qu'ils témoignoient pour ces sortes de productions. Les principaux de ces Ouvrages sont la* Statique des Végétaux de Mr. HALES, *les* Expériences Physiques de Hauksbee, *& un* Recueil de diverses matieres de Physique. *On trouve dans ce dernier Ouvrage d'excellentes piéces de Mr.* EDM. HALLEY, *fameux Mathématicien, & on peut dire qu'elles en font le principal ornement : on y a aussi inséré tout ce qu'on a rencontré de meilleur dans les Transactions Philosophiques, avec divers autres semblables Traités qui méritent tous d'être lus.*

Quelques personnes de bon goût ont néanmoins remarqué, que quoique la lecture de ces Ouvrages contribuât à leur faire faire de nouveaux progrès, ils ne laissoient cependant pas de se trouver dans de grands embarras, par l'impossibilité où ils se trouvoient de former un plan, qui leur représentât les choses avec plus d'ordre & de clarté. La raison qu'ils en donnoient n'étoit pas sans fondement. Ils se plaignoient que dans ces Ouvrages, on suppose comme connus les premiers

Principes de cette Science, mais dont ils n'avoient aucune idée; ce qui étoit cause qu'ils rencontroient çà & là certaines difficultés qui les arrêtoient. Ce fut pour remédier à cet inconvénient, qu'ils me prierent de vouloir composer pour leur usage quelque autre Ouvrage, où l'on exposât méthodiquement les Principes les plus simples de la Physique, & sur lesquels toute cette Science est fondée. Je veux bien avouer que je n'avois alors nulle envie d'entreprendre un travail si pénible, tant à cause de mes occupations Académiques, que parce que je n'étois pas accoutumé d'écrire en Hollandois, mais seulement en Latin. J'étois d'ailleurs dans cette opinion, qu'il est plus avantageux pour les Sciences d'écrire en Latin, lorsqu'il est question d'enseigner & d'instruire, afin que n'ayant qu'une seule Langue commune à apprendre, on eût plus de loisir pour en faciliter l'intelligence; & cela d'autant plus que les Sciences ne rencontrent déja que trop d'obstacles, depuis que chaque Nation a commencé d'en traiter dans sa propre Langue. Je ne sçai si je me trompe à cet égard, mais du moins ne sçauroit-on disconvenir, que la nécessité où l'on se trouve d'apprendre un si grand nombre de Langues étrangeres, nous donne des peines infinies & nous fait perdre un temps précieux, qui pourroit être employé bien plus utilement, si on n'écrivoit qu'en Latin comme du temps de nos Peres.

J'avois publié en 1734, pour mes Auditeurs, un petit Ouvrage en Latin. Plusieurs personnes jugerent, qu'il pourroit être utile à ceux de mes compatriotes, qui s'appliquoient à la Physique. Je n'étois pas de cet avis, parce que cet Ouvrage avoit besoin de quelques explications & de quelques remarques, ayant pris à tâche de le rendre fort court, & de traiter par tout les matieres d'une maniere fort concise & serrée. J'avois suivi ce plan, parce que cet Abbregé n'avoit été composé

que

que pour l'uſage de mes Diſciples. Je n'ignorois pas d'ailleurs, que ces ſortes de productions ne ſont jamais beaucoup d'honneur à leur Auteur, & que le Public en retire rarement quelque avantage. La raiſon en eſt que la brieveté, qu'on ſe propoſe dans ces Ouvrages, ne permet pas qu'on entre dans aucun détail, ni qu'on examine les matieres avec tout le ſoin néceſſaire. Comme on eſt obligé de ne poſer qu'en peu de mots les Principes généraux & les plus clairs, on ne fait alors que raſſembler & mettre en ordre le travail des autres, au-lieu de produire ſes propres découvertes; & c'eſt effectivement ce qu'il m'a fallu faire dans cet Abbrégé. J'eus donc beau repréſenter l'inutilité & le peu d'importance de cet Ouvrage, on ne daigna pas m'écoûter, on s'opiniatra même à vouloir le faire traduire par d'autres; & comme je ne ceſſois de m'y oppoſer, on ſe mit en devoir de l'entreprendre ſans mon conſentement. Mais ce n'eſt pas encore tout. J'eus le déplaiſir de remarquer, que les Auteurs de certains Journaux, qui paroiſſoient chaque mois, s'aviſoient d'en traduire divers morceaux les plus curieux, de ſorte que je devois m'attendre à voir bientôt paroître mon Ouvrage tout eſtropié, & comme en pieces & en lambeaux.

Tout cela ne pouvoit me cauſer que du deſagrément, & je me vis enfin par-là dans la néceſſité de mettre d'abord moi-même la main à l'œuvre, quelque répugnance que j'euſſe pour cette entrepriſe. Je crus que cet Ouvrage ne pourroit être mieux qu'entre mes mains, j'en entendois ſans doute le ſens mieux que perſonne, & je connoiſſois les endroits qui avoient beſoin d'être éclaircis: je compris cependant en même-temps l'impoſſibilité qu'il y avoit de le traduire, & qu'il me ſeroit beaucoup plus facile d'en compoſer un tout nouveau. Comme cet Ouvrage devoit contenir les premiers Elémens de la Phy-

ſique, je ne pouvois me diſpenſer d'y ajoûter en pluſieurs endroits quelques exemples, qui ſerviſſent à le rendre plus clair & plus intelligible. Ces augmentations, qui ſont en grand nombre, l'ont groſſi conſiderablement, & on peut le regarder comme un Ouvrage preſque entierement different de celui qui eſt en Latin, excepté qu'on a le plus ſouvent ſuivi le même ordre qu'on avoit obſervé dans ce dernier. J'y ai ajoûté en divers endroits quelques nouvelles Obſervations, afin qu'on ne pût pas me reprocher, de n'avoir fait que copier les autres Ecrivains. J'ai fait ailleurs des changemens & des corrections, ſoit parce que ces endroits ſe trouvoient un peu obſcurs, ou parce qu'on avoit fait depuis ce temps-là de nouvelles découvertes. La Phyſique eſt en effet ſi bien cultivée à préſent, qu'on découvre tous les jours quelque choſe de nouveau. De-là vient qu'on ſe trouve ſouvent obligé de changer pluſieurs choſes, d'en corriger d'autres, d'examiner les Experiences & les Obſervations qu'on avoit déja faites, & de rejetter même quelque fois ce qu'on avoit auparavant adopté comme bien fondé.

C'eſt en faiſant toutes ces recherches, que j'ai ſouvent remarqué le peu d'exactitude de pluſieurs Philoſophes dans la Deſcription qu'ils nous ont donné de leurs Expériences, & dans la maniere dont ils s'y ſont pris pour les faire. Je n'ai pas été moins ſurpris, de voir la précipitation avec laquelle ils tiroient des concluſions generales, & établiſſoient des régles & des principes, qui n'avoient d'autre fondement qu'une ou deux Experiences, ſur leſquelles on ne pouvoit pas beaucoup compter. Je veux bien reconnoître ici, que je ſuis aſſez ſouvent tombé dans l'erreur pour avoir ſuivi de ſi mauvais guides. Mais qu'il eſt difficile de ſe précautionner contre ces ſortes d'écueils! Eſt-il poſſible en effet de refaire toutes les Experien-

ces de ceux qui ont travaillé avant nous, & d'en éxaminer de nouveau toutes les circonſtances? En verité je ne crois pas que perſonne ſoit jamais en état de le faire. Après tout, comme je n'ai d'autre but que de découvrir la verité, & de la ſuivre par tout où je la trouve, je ne rougis pas de me rétracter, lorſque je m'apperçois d'être tombé dans l'erreur. Je ſuis cependant bien éloigné de me flater, d'avoir toujours rencontré juſte dans ce que j'ai avancé, & de ne m'être trompé en aucun endroit. Il y auroit ſans doute de l'extravagance à penſer de la ſorte, & on auroit lieu de me faire ce reproche. La Phyſique eſt une Science qui ſe perfectionne chaque jour, les Philoſophes qui viendront après nous feront de nouvelles découvertes, & il y a tout lieu de croire que dans un Siecle les choſes paroîtront tout autrement, qu'on ne les enviſage aujourd'hui.

Mr. NEWTON *a déterminé par les Obſervations faites de ſon temps, que la Terre avoit une figure ovale, & que ſon plus grand diamétre, qui paſſe par l'Equateur, étoit à ſon plus petit diamétre, qui paſſe par les deux Poles, comme 230 à 229* (a). *Mais Mr. de* MAUPERTUIS *fameux Mathématicien, & les autres Philoſophes qui viennent de meſurer avec lui la Terre en Laponie, ont trouvé qu'elle eſt encore plus applatie que Mr.* Newton *ne l'avoit cru. Il n'y a perſonne qui ait encore mieux traité de la déclinaiſon de l'Aiman que Mr.* HALLEY, *& on peut dire ſans trop flater ce grand Philoſophe, que ſon Syſtême ſur cette matiere eſt le meilleur & le plus vraiſemblable de tous ceux qui ont paru juſques à préſent. Cependant, lorſque je viens à comparer ſon Hypothéſe avec les nouvelles découvertes, j'y rencontre des difficultés inſurmonta-*

(a) Newton *Princip. Phyloſ. Nat.* Lib. 3. §. 19. p. 381.

ſurmontables, de ſorte que je commence à doûter que nous ayions aucune connoiſſance des Vertus ſecrettes de l'Aiman. Je crains fort qu'on ne ſe ſoit déja trop précipité à tirer bien des concluſions qui pourroient être aſſez mal ſondées. Qu'on prenne en effet la peine de jetter les yeux ſur la planche XXIX, où l'on a marqué la déclinaiſon de l'aiguille aimantée pour l'année 1700, & on pourra remarquer que ſuivant les Obſervations faites depuis ce temps-là, la déclinaiſon entre le Pole Septentrionnal & la ligne ſans déclinaiſon qu'on y a tracée, n'a pas ceſſé d'augmenter; de ſorte que les lignes courbes qu'on trouve tirées ſur les déclinaiſons qu'on y a marquées, ont baiſſé en tournant comme autour d'un certain centre, qu'on a ſuppoſé aux environs de la Terre de Laborador: *De-là vient qu'en 1730 la déclinaiſon de l'aiguille étoit deja de 42 degrés dans la Baye de Hudſon* (a); *&, ſi la déclinaiſon augmentoit régulierement, elle devroit être dans le même-temps plus grande en Laponie qu'en Hollande, plus grande en Hollande qu'en France, & plus grande en France que ſur les Côtes d'Afrique, ce qui ne s'accorde pourtant pas avec les dernieres Obſervations. En effet, Mr. de* Maupertuis *a trouvé en 1737 que la déclinaiſon étoit à Torneå en Laponie de cinq degrés cinq minutes du Nord à l'Oueſt, tandis que j'ai obſervé qu'elle étoit le plus ſouvent à Utrecht au mois de Decembre de* 13° 30'. *Le* 13 *de Novembre de la même année l'Aiguille declinoit du Nord à l'Oueſt de* 14° 24' *à la hauteur de Larache, ville du Royaume de Fez, & ſituée à l'embouchure de la Riviere de même nom dans l'Océan Atlantique. La déclinaiſon vers les Côtes d'Afrique paroît encore augmenter, car elle étoit en 1738 dans l'Iſle de Ste. Marie, qui eſt une des*

(a) *Philoſophical Tranſact.* n. 418.

des Acores, de 15 degrés, & devant Larache de 14°. 48′: on trouve au-contraire qu'elle diminue déja à Utrecht; car cette même année 1738. elle n'est souvent que de 12°, 15′, au-lieu qu'elle étoit de 15 degrés il y a quatre ou cinq ans. La Déclinaison en Laponie est aussi moindre à présent qu'autrefois, puisque Mr. BILBERG *l'avoit trouvée à Torneå de 7 degrés en 1695. Tout cela doit nous porter à conclure, que ce qu'on a établi jusqu'à présent à l'égard de l'Aiman, auroit besoin d'être examiné de nouveau, & demanderoit d'être rectifié, avant qu'on puisse déterminer quelle est sa véritable direction & les causes qui la produisent.*

*Je me suis un peu étendu dans cet Ouvrage sur l'*Attraction, *& j'ai rassemblé sur cette matiere bien des choses qui y avoient rapport. J'ai imité en cela un Architecte, qui, voulant bâtir une maison, commence d'abord par rassembler les matériaux dont il a besoin, & qui les sépare ensuite les uns des autres, après avoir mis chaque piéce en état d'être employée, & d'être placée à l'endroit qui lui convient le mieux. C'est aussi ce qu'il faudra faire à l'egard des exemples, que je me suis contenté de rassembler, & qui se trouvent confondus les uns avec les autres: on sera obligé de les séparer, & d'en faire un triage, lorsqu'on aura découvert plus clairement la différence des corps dont il est question dans ces exemples, leur maniere d'opérer, & la force avec laquelle ils agissent.*

On a aussi suivi le même plan à l'égard de ce qui concerne la Force électrique. *On s'est d'abord contenté de rassembler pendant long-temps les Phénoménes qui regardoient cette matiere, & qu'on a commencé depuis quelques années à ranger dans deux différentes classes. Comme on n'a encore jusqu'à présent qu'une idée fort obscure de la maniere dont ces*

Phénomènes ſont produits, on ne pourra commencer à en raiſonner avec quelque certitude, que lorſqu'on aura fait un bien plus grand nombre de découvertes, & qu'on en aura une connoiſſance plus claire & plus diſtincte. Ce ſera donc ſeulement alors qu'on pourra faire uſage de ces matériaux, & que les Mathématiciens pourront en faire uſage & les mettre en œuvre. Il en ſera de même à l'égard de l'Attraction, ſi l'on continue de cultiver la Phyſique à l'aide des Expériences.

*Quelques Sçavans ont cru qu'en me ſervant du mot d'*Attraction, *je renouvellois par-là la Doctrine d'*ARISTOTE; *& d'autres ſe ſont imaginé que je m'attachois à certaines Sectes. En vérité, c'eſt m'accuſer bien injuſtement, que de me faire un ſemblable reproche. Je n'ai adopté ce ſentiment, qu'après avoir éxaminé avec toute l'éxactitude poſſible les Phénomènes de la Nature. On ne doit pas croire que j'aye bâti ce Syſtéme ſur des ſuppoſitions faites à mon aiſe dans mon cabinet, ou qu'il ne ſoit fondé que ſur des Principes erronés tirés d'une fauſſe Métaphyſique. Je ſuis fort éloigné de recourir à des chiméres de cette nature. En effet, comme nous n'avons aucune idée innée des Corps, ni de leurs proprietés, ni de la maniere dont ils agiſſent les uns ſur les autres, nous ſommes abſolument obligés pour parvenir à cette connoiſſance, d'avoir recours aux Expériences & aux Obſervations. Lorſque nous faiſons attention à ce qui ſe paſſe dans les Corps, nous remarquons qu'ils agiſſent les uns ſur les autres par un attouchement mutuel, & quelquefois ſans ſe toucher. On donne à la premiere de ces actions le nom de* Preſſion *& de* Choc, *& la ſeconde eſt connuë ſous le nom d'*Attraction. *Les Philoſophes ont éxaminé la premiere de ces actions, & ils ont d'abord ſuppoſé ſans beaucoup approfondir cette matiere, qu'il n'y avoit que celle-là qui eût lieu. De-là vient qu'ils ont*

voulu

voulu faire dépendre du Choc & de la Pression tous les Phénomènes qui se présentoient. C'est aussi sur cela que DESCARTES *a imaginé sa matiere subtile, & qu'il la fait servir par tout, quoiqu'elle ne soit en effet qu'une pure fiction. Quant à la seconde sorte d'Action ou à l'Attraction, on en a fait un éxamen sérieux, & on n'a rien négligé pour découvrir si elle avoit lieu dans la Nature. Je ne fais donc point ici de supposition; mais je rapporte seulement ce qu'on a observé de l'action mutuelle de certains corps, sans aucun attouchement ou impulsion de la part d'autres corps. Ainsi ceux qui ne veulent pas reconnoître cette action mutuelle, se trouvent réduits ou à rejetter un grand nombre d'Observations faites avec toute l'éxactitude possible; ou bien c'est à eux à prouver clairement, que par-tout où les corps agissent les uns sur les autres, il y a toujours un attouchement mutuel. Voilà ce que ces Messieurs ont à faire voir, & ils doivent le prouver d'une maniere évidente & sensible, ce que je ne crois pas que personne ait encore fait, ni même que la chose soit jamais possible.*

On a objecté contre le Systéme de l'Attraction, qu'on ne sçauroit concevoir, comment deux corps peuvent agir l'un sur l'autre sans se toucher réciproquement. J'en tombe aussi d'accord; mais j'avoue à mon tour, que je n'ai absolument aucune idée de l'action réciproque de quelque corps que ce soit. En effet, il est impossible à l'esprit humain de concevoir ce que c'est que l'action de deux corps, qui sont portés l'un contre l'autre & qui se touchent: on n'a aucune idée de la force qui les fait agir; on ne comprend pas comment cette force passe de l'un dans l'autre, ni la maniere dont elle est produite, ni enfin comment elle vient à cesser d'agir. C'est un mystére qui est au-dessus de la portée de notre entendement.

 Mais

Mais ce n'est pas encore tout. Comment est-ce que notre Corps agit sur notre Ame, & notre Ame sur notre Corps? Il n'est pas possible de l'expliquer ni par le Systême de l'Harmonie préétablie, ni à l'aide des écoulemens que l'on supposeroit sortir de notre Ame & de notre Corps. Nous comprenons encore moins comment un Esprit agit sur un autre Esprit: Il faut avouer, que nos connoissances sont infiniment plus bornées, que nous ne voudrions nous l'imaginer. Nous ne sçaurions pénétrer dans aucun des secrets de la Nature: nous sommes tout au plus capables de faire quelques petites découvertes, qui ne laissent pas de nous conduire encore assez loin, lorsque nous travaillons à examiner la Nature même, dans laquellle on remarque une sagesse infiniment au-dessus des idées qu'on s'en étoit d'abord formées.

Qu'on ne vienne donc pas me dire, qu'en supposant l'Attraction, je veux expliquer à peu de frais les Phénoménes les plus cachés; & qu'au-lieu d'en exposer la véritable cause, je me contente d'avoir recours à un mot qui n'éclaircit point la question. Ce reproche seroit aßûrément tout-à-fait mal-fondé; car je veux bien avouer, que de tous les Phénomènes dont j'ai donné la description dans le Chapitre de l'Attraction, je n'en comprens qu'un très-petit nombre, & que je ne sçaurois en donner une explication capable de me satisfaire moi-même entierement. Je reconnois, par exemple, que je ne puis concevoir la maniere dont les rayons de la lumiere sont attirés & repoussés par le verre, tant dans la réfraction que dans la refléxion.

Je ne comprends pas non plus l'action de l'Aiman, ni la Cristallisation des sels, ni enfin une infinité d'autres Phénomènes. Mais cela n'empêche pas qu'il n'y ait là une véritable Attraction. Tandis que je m'occupois à faire des recherches

sur

ſur la nature de l'Aiman, en éxaminant les différens Phénomènes qu'il produit, & les obſervations qu'on a faites ſur cette pierre, il m'eſt venu en penſée qu'il pourroit bien y avoir plus d'une ſorte d'Attractions. Je ne dirai cependant rien davantage ſur cette matiere, juſqu'à ce que j'en aye acquis une connoiſſance plus parfaite, & qu'on puiſſe prouver plus clairement tout ce qu'on avance à ce ſujet.

Je m'imagine, que quelques Sçavans ne manqueront pas de regarder la conjecture que je viens de faire, comme mal-fondée: mais l'Expérience m'a appris, que la Nature n'eſt pas ſi ſimple, que voudroient le faire accroire ceux, qui entreprennent d'abord de rendre raiſon de tout à l'aide d'un petit nombre de Principes généraux, comme ſi on avoit déja fait aſſez de découvertes. Lorſqu'on conſidere les Corps électriques, ne diroit-on pas auſſi d'abord, qu'ils doivent être fort ſimples, & ne ſe trouveroit-on pas porté à en faire une régle générale, qui auroit lieu à l'égard de tous ces Corps? Cependant on ſe tromperoit alors lourdement; & pour ſe convaincre du contraire, il n'y a qu'à éxaminer de quelle maniere la Nature agit elle-méme dans cette occaſion, & conſulter en méme temps les découvertes que Mr. Du Fay *a faites en approfondiſſant cette matiere. Ce grand Philoſophe nous apprend en effet, qu'il a déja trouvé à force de recherches deux ſortes d'électricité, qui ſont la vitrée & la réſineuſe; & qui ſçait ſi ceux qui viendront après nous, n'en découvriront pas encore de quelqu'autre ſorte? Si quelqu'un avoit remarqué dans pluſieurs Animaux terreſtres & aquatiques, que la circulation du ſang s'y fait par le moyen d'un cœur, & qu'il voulût conclure de-là, qu'il y a dans tous les Animaux un cœur qui met toutes leurs humeurs en mouvement, ne ſe tromperoit-il pas lourdement, puiſqu'il y a pluſieurs inſectes dans leſquels on ne*

trouve point de cœur, ce qui eſt ſur tout vrai à l'égard des chenilles. Il eſt bien différent de ſe contenter de faire quelques réfléxions ſuperficielles ſur les corps, ou d'éxaminer leur véritable conſtitution à l'aide de l'Anatomie, des Obſervations & des Expériences, & d'en tirer enſuite des conſequences. On a trouvé que les rayons du Soleil ſont compoſés de petits faiſceaux ou filets de rayons lumineux, qui ont chacun leur couleur particuliere & immuable, & qui forment de cette matiere ſept ſortes de couleurs différentes. Mais comment ſeroit-on parvenu à faire cette admirable découverte, ſi on n'eût trouvé le moyen à l'aide des Expériences de diviſer la lumiere, & qu'on n'eût pas eu recours à l'Optique pour s'aſſûrer de la verité d'une merveille ſi étonnante? Malgré tout cela, il ne laiſſe pas d'y avoir encore des Philoſophes qui révoquent en doute ces vérités, & qui tâchent même de les combattre. Ces Mrs. ne daignent pas conſulter les Expériences de Mr. NEWTON, *ou celles que d'autres Philoſophes ont faites après lui. Ils croyent apparemment qu'il vaut mieux s'en tenir à certains Principes vagues d'une fauſſe Métaphyſique, s'imaginant qu'on connoît deja toutes les vérités les plus générales, & qu'il ſuffit par conſequent d'y avoir recours, pour rendre raiſon de tous les Phenomènes qui ſe manifeſtent. Raiſonner de la ſorte, n'eſt-ce pas être dans l'erreur, & ſe tromper groſſierement? En effet, ne doit-on pas commencer par rechercher & connoître les proprietés ſpécifiques des Corps; & n'eſt-ce pas ſur ces mêmes proprietés qu'on doit fonder tous les principes d'une bonne Métaphyſique, au-lieu de faire dépendre de cette derniere Science tout ce qui concerne la Phyſique expérimentale? Mais ne nous arrêtons pas davantage ſur l'*Attraction, *il nous importe peu qu'on adopte ce ſentiment ou qu'on le rejette, la Nature trouvera bien le moyen de ſe faire valoir;*

valoir ; & les Phénomènes ſurprenans qu'elle expoſe tous les jours à nos yeux, ne manqueront pas de convaincre toutes les perſonnes d'eſprit, qui ne ſe laiſſeront point prévenir ſans raiſon en faveur d'aucun Syſtême.

J'ai dit ci-deſſus qu'on m'avoit comme extorqué cet Ouvrage ; parce que je penſois que nous nous précipitons trop à former des Syſtêmes, & qu'il s'en faut de beaucoup que nous ayions fait pour cela aſſez de progrès dans la Phyſique, puiſque nous ne connoiſſons encore qu'un très-petit nombre de cauſes de certains Phénomènes que nous remarquons. Comme on n'a encore que des connoiſſances fort imparfaites, pluſieurs grands Philoſophes ont comme abandonné l'étude de la recherche des cauſes, & ont mieux aimé s'appliquer davantage aux Mathématiques, en comparant enſemble les Phénomènes, pour n'en tirer que des conſequences qui en découlent néceſſairement, & voir en même temps les proportions qu'ils ont entr'eux. Quoique cette entrepriſe ſoit d'une grande utilité, & qu'on ne ſçauroit en faire trop de cas, elle ne ſuffit cependant pas ſeule, pour porter la Phyſique au point de perſection où elle doit être ; car la connoiſſance des cauſes nous eſt auſſi néceſſaire. C'eſt pour cela qu'on ne ſçauroit ſe diſpenſer de recourir aux Expériences, à l'aide deſquelles on force en quelque maniere la Nature à ſe montrer à découvert, & on ſe fraye par-là un chemin, qui nous conduit à la connoiſſance de ce qu'elle a de plus ſecret & de plus caché. Combien ne devons-nous donc pas être redevables aux Chymiſtes, que l'on pourroit appeller les vrais Anatomiſtes des Corps, de nous avoir révélé des myſtéres, que l'eſprit le plus pénétrant n'eût pû découvrir, & dont on n'eût jamais eu aucune idée. Ce ſont en effet les Chymiſtes qui nous font ſouvent connoître la véritable cauſe de certains Phénomènes, laquelle nous auroit toujours entierement été inconnuë

ſans

sans leurs secours. De-là vient, que pour être bon Philosophe, on ne sçauroit absolument se passer de la Chimie : on est comme aveugle, lorsqu'on n'a pas encore fait l'analise des grands Corps, & qu'on n'a pas éxaminé leurs différentes parties. Ces raisons m'ont engagé à recourir dans le besoin à un Art si utile, & auquel nous devons nos plus belles découvertes.

Comme on n'a pas encore fait dans ce Pays de grands progrès dans la connoissance des Météores, & qu'il étoit besoin pour cela de plusieurs Observateurs à la fois, qui fissent leur séjour en divers lieux, je me suis adressé dans cette vuë à quelques personnes de mérite, pour les engager à m'aider, & à entreprendre tous ensemble ce travail. Mes invitations n'ont pas été inutiles, & j'ai tout lieu de me louer des services qu'on m'a rendus dans cette occasion. Ceux, à qui je suis le plus redevable, sont Mrs. S. DE GORTER, *fameux Professeur en Médecine à Hardervvyk,* J. STEENBERGEN, *Professeur en Anatomie à Dordrecht,* L. STOCKE, *Médecin fort renommé à Middelbourg,* G. van ZVVIETEN, *aussi Médecin à Leyden, & très-habile Praticien. J'ai aussi tiré beaucoup de secours dans cette recherche de quelques autres Philosophes, qui forment à Haarlem une Societé, & qui s'appliquent aux matieres de Physique avec beaucoup de soin & d'ardeur. Tous ces Mrs. m'ont communiqué pendant quelques années de suite leurs observations, dont j'ai tiré plusieurs conclusions, & qui m'ont servi à faire des decouvertes, qui auroient restées long-temps inconnuës sans leurs secours, de sorte que cette Science & tous ceux qui la cultivent leur doivent être obligés des peines qu'ils se sont données.*

Comme je n'ai entrepris cet Ouvrage que pour l'usage de mes Disciples, on ne doit le regarder que comme une simple ébauche de Phisique, où je me suis contenté d'exposer les fondemens

mens & les premiers principes de cette Science. Lorſqu'on comprendra bien ces matieres, on pourra alors lire avec fruit d'autres Ouvrages, où elles ſont traitées plus à fond. Je mets de ce nombre les Mémoires de l'Académie Royale de Paris, *ceux de la* Societé Royale de Londres, *ou ceux de* l'Académie de Petersbourg, *ou enfin l'excellente Phyſique de Mr.* s'GRAVESANDE, *un des plus grands Philoſophes de ce ſiecle, qui ſe diſtingue ſur tout par les ſoins qu'il prend pour l'avancement de cette Science, & dont les belles découvertes, jointes à la clarté & à la ſolidité avec laquelle il explique & démontre les phénomènes de la Nature, ſont au-deſſus de tous les éloges que nous pouvons lui donner: tout cela m'a porté à faire ſouvent uſage des découvertes de cet Auteur, & je ne me ſuis pas même fait ſcrupule de les inſerer dans mon Ouvrage lorſque l'occaſion s'en eſt préſentée.*

Quoique j'aye pris à tâche d'expliquer clairement les phénoménes dont il étoit queſtion, & que je n'aye d'ailleurs rien négligé pour démontrer d'une maniere évidente les propoſitions que j'ai avancées, je ne doute cependant pas que quelques-uns de mes Lecteurs n'y rencontrent d'abord quelque difficulté, à moins qu'ils n'ayent quelque teinture des Mathématiques, & qu'ils n'ayent appris les Elémens d'Euclide: ceux, qui ne ſont pas verſés dans cette étude, ne ſçauroient jamais comprendre ce que c'eſt qu'une véritable démonſtration, & ne peuvent avoir aucune idée de la méthode ni de l'ordre qu'on obſerve, lorſqu'il s'agit de prouver quelque choſe. D'un autre côté le ſtile & le langage des Mathématiciens different un peu de la maniere ordinaire de s'exprimer, à cauſe des termes d'art dont on eſt obligé de ſe ſervir. Il ſeroit à ſouhaiter, que ceux qui voudront entreprendre la lecture de cet Ouvrage, fuſſent un peu verſés dans les Mathématiques, car j'oſe me flater, que dès

qu'ils en auront quelque teinture, ils comprendront facilement tout ce qui leur paroîtroit autrement trop obſcur ou trop relevé. Quelque peine que je me ſois donnée, je n'ai jamais pu empêcher cet inconvénient; car ce qu'il y a de meilleur dans la Phyſique ne ſçauroit ſe paſſer du ſecours des Mathématiques, dont la connoiſſance eſt abſolument néceſſaire, lorſqu'il eſt queſtion de traiter quelque matiere avec éxactitude. Ces deux Sciences ſont de telle nature, qu'elles ſe tiennent, pour ainſi dire, & qu'on ne ſçauroit les ſeparer l'une de l'autre, ſans leur faire perdre beaucoup de leur prix & de leur mérite. Qu'on jette ſeulement les yeux ſur les Ouvrages de Mrs. PEMBERTON, *&* DESAGULIERS, *& on pourra y remarquer avec quel ſoin ils ont fait uſage des Mathématiques, afin de faire mieux goûter à tout le monde la Philoſophie d'*ISAAC NEVVTON, *le plus grand Homme de notre Siécle. Il eſt bien vrai qu'ils ont quelquefois évité de recourir à cette Science, mais il leur a pourtant été impoſſible de s'en paſſer entierement. Comment peut-on en effet ne pas ſe ſervir des ſecours qu'elle offre, lorſqu'il s'agit de traiter les matieres qui regardent la Mechanique, ou de ſupputer les forces des Corps qui ſont en mouvement, ou celles des Corps qui tournent autour d'un point, ou bien lorſqu'il eſt queſtion de determiner le chemin, que parcourent les Corps peſans dans leur chute, ou celui que décrit le pendule d'une horloge? J'oſe avancer que cela eſt alors entierement impoſſible. Veut-on donc faire quelque progrès dans la Phyſique, on doit employer du moins un peu de temps à l'étude des Mathématiques; & lorſqu'on en aura acquis quelque connoiſſance, on aura le plaiſir de remarquer, qu'on peut enviſager les choſes d'un tout autre œil qu'auparavant, & qu'on eſt même en état de procurer l'avancement de cette Science: on n'aura plus alors aucune peine à comprendre tout ce qui eſt contenu*

tenu dans les Ouvrages de Mrs. NIEUVVENTYT, DESAGULIERS, DERHAM *& d'autres Auteurs, & on pourra même les lire pour se délasser de ses plus grandes occupations. Quant à moi, j'aurai tout lieu de me féliciter de mon travail, & j'aurai atteint le but que je m'étois proposé, si mon Ouvrage peut contribuer à faire connoître l'éxistence de* DIEU, *& les grandes perfections de cet Etre tout-puissant & infini, qui se font remarquer d'une maniere si sensible dans tous les Corps de l'Univers, & dans leurs admirables proprietés. Enfin tous mes souhaits seront accomplis, si cette connoissance du* CRÉATEUR *& de ses Ouvrages porte les hommes à le glorifier de toutes leurs forces, à l'aimer, à le louer, & à lui rendre le culte qui lui est dû.*

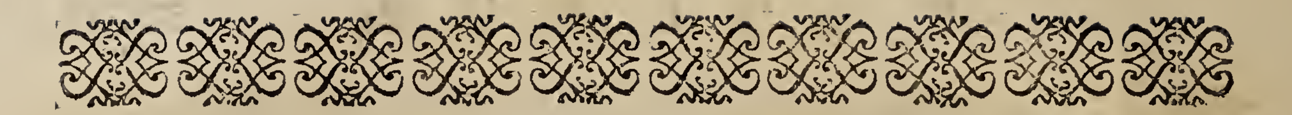
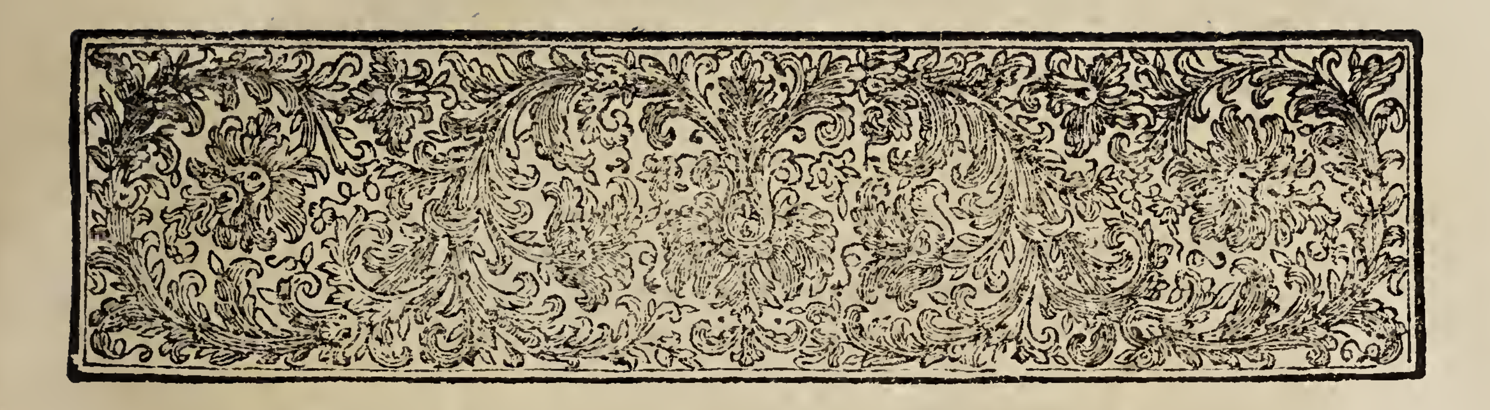


TABLE DES CHAPITRES, CONTENUS DANS CET OUVRAGE.

TOME PREMIER.

XIV. Des

TOME SECOND.



ESSAI DE PHYSIQUE.

CHAPITRE I.

De la Philoſophie & des Régles du Raiſonnement.

§. I.



L'exemple des Mathématiciens, nous allons donner la définition de quelques-uns des termes dont nous nous ſervons, afin de faire connoître clairement dans quel ſens nous les prenons, tant pour prévenir les fautes qui pourroient s'introduire, que pour empêcher en même tems qu'il ne ſe trouve aucune obſcurité dans les matieres dont nous traiterons. Nous commencerons par le Titre de la Science dont il eſt ici queſtion, & à laquelle nous donnons le nom *d'Amour de la Sageſſe*, ou *Philoſophie*. Cette Science comprend toutes les choſes Divines & Humaines, à la connoiſſance deſquelles on peut parvenir, ſoit à l'aide de l'Entendement, ſoit à l'aide des Sens & du Raiſonnement. Elle eſt deſtinée à procurer le bonheur de l'Homme, & à le lui conſerver enſuite après l'avoir acquis.

Par les *choses Divines*, nous entendons Dieu même avec tous ses Attributs, & tout ce qu'il a créé, tant les choses Spirituelles que les Corporelles, ou celles qui ont de l'étenduë. En effet, les Philosophes traitent de Dieu, & tirent des Créatures une démonstration de son existence, en faisant voir par elles la Sagesse de cet Etre suprême, sa Puissance, sa Bonté & ses autres perfections. Ils traitent aussi des Anges, & des autres Esprits créés, de même que des Corps qui composent notre Globe. Ils traitent enfin de tout ce que nous voyons, lorsque nous jettons les yeux vers le Ciel.

Nous entendons par les *choses Humaines* toutes les actions des Hommes, soit bonnes ou mauvaises; les Arts & les inventions qu'ils ont trouvées, & qui consistent à arranger toutes choses pour parvenir aux fins & aux buts qu'ils se proposent.

Il ne nous est pas possible d'avoir aucune connoissance de ce qui concerne les Esprits que par le moyen de l'Entendement & de la Raison. Tout ce qui est corporel ne peut être connu que sur le rapport des Sens, puisque nous n'en avons aucune idée innée. Nous ne serions même jamais parvénus à la connoissance des Corps, qui sont hors de nous, à l'aide seul de notre Ame, & sans le secours de notre Corps & de ses Organes. Nous perfectionnons & augmentons nos connoissances par le Raisonnement; comme lorsqu'après avoir mis deux choses de même nature en paralléle, soit Spirituelles ou Corporelles, nous y remarquons la différence qui se trouve entre elles, leur grandeur, leurs forces, leurs propriétés, leurs opérations, & tout ce qui s'y découvre.

Le terme de *Philosophie* vient du Grec, & a été inventé par Pythagore. Avant ce Philosophe on donnoit aux Sçavans le nom de *Sages*, Σοφοὶ; mais il prétendoit que ce titre d'honneur marquoit trop de présomption. Le Prince Léon lui ayant un jour demandé quel Art il professoit, il lui donna pour toute réponse, qu'il étoit un Philosophe, c'est-à-dire un Amateur de la Sagesse, & que jusqu'à présent il ne la connoissoit pas encore, mais qu'il étoit occupé à la chercher. Les Hollandois l'appellent *Wysbegeert*, nom qui lui convient assez, & qui signifie *desir de la Sagesse.*

§. 2. Puisque la *Philosophie* traite des *choses Divines & Humaines*, on doit juger d'abord que c'est une Science fort étenduë, & qu'il faut par conséquent la diviser en plusieurs parties, qui peuvent être réduites à six. Nous allons les exposer en peu de mots.

La *Premiere* est la *Pneumatique*, qui traite de tous les Esprits, de Dieu, des Anges, de l'Ame de l'Homme, & de celle des Bêtes. Cette Science expose leurs vertus, leurs propriétés, leurs perfections, leurs opérations, leur origine, & leur durée, &c.

La *Seconde* est la *Physique*, dans laquelle on examine tous les Corps créés, tant les Célestes que les Terrestres, & l'espace dans lequel ils sont placés. Cette partie traite des propriétés, qui sont communes à tous les Corps; de leurs forces, lorsqu'ils sont en mouvement; des effets qu'ils produisent sur les autres corps, & de toutes les causes qui excitent en

en eux les forces qu'ils ont. Elle expose encore l'ordre, dans lequel les grands Corps sont placés dans l'Univers. Elle traite enfin de tous les Corps en particulier, en donnant la description de leur figure, de leur grandeur, de leur pesanteur, & de toutes les autres propriétés qui conviennent à chacun d'eux.

La *troisiéme Partie* se nomme la *Téléologie* ou la *connoissance des Causes finales*. L'Etre supreme n'a rien fait sans s'etre proposé un certain but. Toutes les Substances créées & leurs parties, ont aussi leurs fins réciproques. L'ordre dans lequel l'Univers & chacune de ses parties est arrangée, a aussi ses fins. Il n'y a rien d'inutile, rien de superflu. Tout se tient & forme comme un Tissu, l'un servant à l'usage de l'autre. Il n'arrive rien en vain. C'est donc le devoir de l'Homme de rechercher, pour quelles fins Dieu a disposé & arrangé toutes choses, de quelle maniere une chose est subordonnée à l'autre, & pourquoi nous voyons que chacunes d'elles ont des propriétés différentes. Nous devons faire toutes ces recherches, afin de pouvoir d'autant mieux connoître & approfondir la Sagesse de Dieu, & le glorifier ensuite de toutes nos forces. Tel doit être en effet le but non seulement de notre Science, mais encore celui de toutes les autres. Aussi remarquons-nous que les Philosophes ne sont pas les seuls qui s'appliquent à ces recherches, puisqu'elles sont aussi l'objet des occupations des Médecins. En effet, ces derniers éxaminent non seulement quelle est la situation du Corps humain, mais ils s'étudient encore à en rechercher l'usage & les fins, & à découvrir pourquoi certains Visceres sont plutôt situés dans une place que dans une autre. Pour faire connoître ma pensée d'autant plus clairement, je donnerai ici quelques exemples tirés de la Philosophie. Je demande donc : *Pour quelle fin avons-nous des yeux ?* Il est certain que les yeux nous ont été donnés, afin que nous puissions voir & connoître les Corps qui sont hors de nous, leur figure, leur couleur, leur situation, leur grandeur, & tout ce qui se manifeste en eux ; afin que nous puissions aussi les faire servir à notre usage, & reconnoître par-là la magnificence, la puissance, & la sagesse de notre Créateur. *Pourquoi pleut-il ?* C'est afin que l'air soit purifié de toutes les mauvaises exhalaisons qui sortent de la Terre, & qui par leur infection corrompent ce même air, & le rendent par conséquent nuisible à la santé & à la vie des Animaux. 2°. Afin que toutes les Plantes qui naissent sur des lieux élevés, puissent être humectées & prendre leur accroissement. 3°. Afin qu'il y ait sur la terre des Fontaines & des Rivieres, &c. Autre question. *Pourquoi le Grand Océan a-t-il deux fois par jour son Flux & Reflux ?* N'est-ce pas, parceque si l'eau étoit sans mouvement, elle viendroit à se corrompre & à sentir mauvais, & ne manqueroit pas par ses exhalaisons pestilentielles d'infecter l'air par toute la Terre, & empêcheroit par conséquent qu'il pût être propre à l'usage des Animaux. 2°. Afin qu'à l'aide de ce mouvement, les Poissons puissent se transporter par-tout, & répandre leur semence dans tous les endroits de la Mer ; ce qui procure à l'Homme cet avantage, de pouvoir prendre sur le rivage une quantité prodigieuse

Poiſſons, dont il ſe ſert pour ſes beſoins. 3°. Ce mouvement des eaux aide auſſi les Vaiſſeaux à entrer dans les Ports & à en ſortir facilement & en toute ſûreté : il les aide encore à ſe tranſporter d'une Côte à une autre, quoiqu'il n'y ait pas beaucoup de vent, & qu'il ſoit même un peu contraire. Il paroît par ce petit nombre d'exemples, que cette partie de la Philoſophie a ſon utilité, & que c'eſt ſans raiſon qu'on ne l'a pas miſe au rang des autres Sciences, parce que nous n'avons qu'une connoiſſance très-bornée des Fins, & qu'on ne pourra même jamais les connoître parfaitement. Il eſt en effet entierement impoſſible, que nous découvrions jamais toutes les différentes Fins, que Dieu s'eſt propoſées, tant dans la création de chaque Corps, que dans l'arrangement & la diſtribution de chaque partie en particulier. Tout cela eſt certain, & on doit en convenir ; mais nous apprenons en même tems par-là, que nous ne devons pas nous trop précipiter dans la recherche de ces Fins, & qu'il ne faut les déterminer qu'avec toute la circonſpection poſſible. L'éxemple ſuivant rendra la choſe ſenſible. On fait cette demande : *Pourquoi les Hommes ont-ils des pieds ?* N'eſt-ce pas afin que nous puiſſions nous en ſervir pour marcher ? Nous remarquons qu'ils ont auſſi le même uſage dans pluſieurs Animaux ; mais on ne peut pourtant pas conclure que nous n'avons des pieds que pour marcher, puiſqu'ils ſont encore d'un autre uſage pour tout le Corps, pour ſa ſanté, & qu'on s'en ſert pour travailler, preſſer, fouler, pouſſer, piler, pour la génération même, & pour un grand nombre d'autres actions. Mais ce qui prouve que les pieds ne ſervent pas toujours pour marcher, c'eſt que Monſieur de Reaumur nous donne la deſcription d'une eſpece d'Inſecte, qui, lorqu'il veut marcher, ſe couche ſur ſon dos & jette ſes pieds en l'air en avançant de cette maniere à l'aide du mouvement qu'il donne à ſon corps, quoiqu'il n'en faſſe aucun avec ſes pieds. On doit donc conclure de-là que les pieds n'ont pas été donnés à ces Inſectes pour marcher. On fera encore cette autre queſtion : *Pourquoi certains Animaux ont-ils des Aîles ?* On ne manquera pas de répondre d'abord, que c'eſt pour voler, comme il paroît à l'égard des Oiſeaux. J'en conviens encore, mais cela n'eſt pourtant pas général, & ce n'eſt pas à cela ſeul que les Aîles ſont deſtinées. Il ſe trouve en effet un grand nombre d'Inſectes, qui ont des Aîles, & qui cependant ne volent jamais. On diroit même qu'ils ignorent abſolument, ſi les Aîles qu'ils ont, leur ont été données pour cet uſage, puiſqu'ils ne les mettent pas en mouvement. Il paroît donc encore par-là, que nous ne connoiſſons pas toutes les Fins. Cependant, rien n'empêche que nous n'en faſſions une éxacte recherche, parce que les découvertes que nous pouvons faire de ces Fins, quoiqu'elles ne ſoient pas en grand nombre, ne laiſſent pas d'augmenter les connoiſſances que nous avons déja. C'eſt pourquoi ceux-là ſont tout-à-fait dignes de louanges, qui font cette recherche avec ſoin, pourvu qu'ils uſent dans cette occaſion de toute la précaution requiſe, ſans vouloir ſe trop précipiter & pouſſer trop loin leurs conjectures, comme font aujourd'hui quelques Sçavans, qui introduiſent de cette

maniere

maniere de grands abus dans cette Téléologie. Il vous demandent en effet continuellement, pourquoi les choses sont-elles ainsi & pas autrement, & ne cessent jamais de faire de pareilles questions : ils vous accablent sur le champ de conjectures vagues & mal fondées, qui roulent toutes sur l'usage & la destination des choses, sans concevoir eux-mêmes clairement ce qu'ils disent, & sans pouvoir le démontrer. Le célébre Monsieur de Reaumur, dans ses Observations sur les Insectes, donne un excellent avis aux Philosophes qui s'appliquent à cette sorte de Science. Il est tiré de ses Remarques sur les Cocons, dans lesquels les Chenilles s'enveloppent, lorsqu'elles sont sur le point de se changer en Fêves. Voici ce qu'il dit à cette occasion. Ne croiroit-on pas que les Chenilles, qui se renferment dans les plus forts Cocons, y devroient rester le plus long-tems, avant que de se changer en Papillons, & qu'elles ne se bâtissent ces petites demeures si épaisses, que pour se mettre à couvert des injures de l'hiver? Il en est pourtant tout autrement, car les Vers à Soye se préparent les Cocons les plus épais, dans lesquels les Fêves ne restent renfermées que pendant vingt jours; au-lieu qu'on voit au contraire un grand nombre de Fêves qui doivent rester telles pendant tout l'hiver, quoiqu'elles ne soient renfermées que dans des Cocons fort minces. Bien plus, il y a de ces Fêves qui sont toutes nuës & sans aucune enveloppe, telles que sont ces Fêves pointuës, suspenduës ça & là sous les Goutieres, ou sous d'autres corps, & exposées par-là au froid sans être couvertes. On ne doit donc pas conclure, comme quelques-uns ont fait un peu trop précipitamment, que ces Cocons sont destinés à cet usage. Il se peut, que ces Cocons servent à mettre le petit Animal à couvert des insultes des autres Animaux carnassiers, pendant tout le tems qu'il est hors d'état de se mettre en sûreté & de se défendre. Il est même encore possible que ces petites Habitations soient faites pour un grand nombre d'autres usages, que nous ne connoîtrons jamais. Il se trouve certaines Chenilles qui restent renfermées dans leurs Cocons pendant neuf Mois, avant que de se changer en Fêves : on les voit se tenir fort tranquiles pendant tout ce tems-là. En voilà assez sur la Téléologie, dont nous aurons occasion de parler ça & là dans la suite. Nous croyons que Messieurs Leibnits & Wolf ont eu raison de rétablir cette partie de la Philosophie. Ceux qui veulent approfondir davantage cette matiere, peuvent consulter l'Ouvrage de Monsieur Wolf, qui a composé les Elémens de cette Science des Causes finales.

La *quatriéme Partie* est la *Métaphysique*, qui traite de tout ce qui est commun à toutes les choses créées. Cette Science, qui est entiérement spéculative, étoit autrefois beaucoup plus cultivée par les Scholastiques, qu'elle ne l'est à présent : elle a son utilité & ses avantages, mais ils ne sont pas tels, qu'on voudroit le faire accroire.

La *cinquiéme* est la *Morale*, qui prescrit des régles pour la conduite de notre vie. C'est cette Science qui nous apprend de quelle maniere nous devons nous comporter à l'égard de Dieu, à l'égard de nous-mê-

mes, & à l'égard de nos Parens ; ſoit que nous vivions ſeuls & dans le ſimple état de nature ; ſoit que nous vivions en Société & dans la dépendance d'autres Hommes ; ſoit enfin que nous n'ayons de commerce qu'avec notre Famille. C'eſt elle qui nous apprend ce que c'eſt que la Vertu & le Vice, le Bien & le Mal, & comment nous devons diſtinguer l'un d'avec l'autre. Elle nous fait connoître les maladies de notre Ame, tant celles qui ſont particulieres à notre Entendement, que celles de notre Volonté : elle nous enſeigne en même tems les remédes, que nous devons employer contre ces mêmes maladies. Enfin, c'eſt la Morale qui nous apprend à gouverner notre Volonté, pour ne faire que le bien, & éviter le mal, afin que nous puiſſions paſſer notre vie ſur cette terre dans la pratique des Vertus, autant que cela ſe peut faire à l'aide de la Philoſophie.

La *ſixiéme* eſt la *Logique*, qui nous enſeigne de quelle maniere l'Ame de l'Homme poſſéde la faculté de penſer & celle de raiſonner. C'eſt dans cette Science que l'on preſcrit des régles, qui doivent diriger notre Raiſon, afin d'etre enſuite en état de tirer de juſtes concluſions, & de diſtinguer en même tems, ſi un raiſonnement eſt vrai ou s'il eſt faux. On raiſonne ſouvent fort mal, quoiqu'on s'imagine de bien raiſonner. On ne doit pas croire pour cela, que la raiſon ſoit un mauvais guide & qu'elle nous jette dans l'erreur ; mais cela vient de ce que nous ne faiſons pas aſſez d'attention aux jugemens que nous portons ſur des choſes que nous comparons enſemble & que nous uniſſons enſuite, quoiqu'elles ſoient ſouvent d'une nature toute différente & qu'on ne puiſſe par conſéquent les joindre l'une à l'autre.

Lorſqu'on veut faire de grands progrès dans la Philoſophie, & que l'on veut approfondir tout ce qu'elle contient, il faut apprendre auparavant ce qu'on nomme les *ſept Arts Libéraux*, & ſur-tout les Mathématiques ; puiſqu'il eſt entierement impoſſible d'apprendre la Phyſique, ſans en avoir du moins quelque connoiſſance. Tant plus on fait de progrès dans les Mathématiques, tant plus il eſt facile de comprendre la Phyſique, & de devenir habile dans cette Science. Bien plus, ceux qui veulent tout approfondir, doivent même apprendre l'Algébre à fond ; & on ne ſe repentira jamais d'y avoir employé beaucoup de tems, puiſqu'on n'y a jamais fait aſſez de progrès.

Notre deſſein n'eſt pas de traiter dans cet Ouvrage de toutes les parties de la Philoſophie : cela nous conduiroit trop loin. Nous nous ſommes propoſé de ne traiter que de la Phyſique : Science qui eſt elle-même aujourd'hui ſi étenduë, qu'il n'eſt pas poſſible de traiter tout ce qu'elle contient dans l'eſpace d'une Année, pour la faire ſervir à l'uſage des jeunes Académiciens, en faveur de qui j'ai fait cet Ouvrage. Ainſi, nous n'entreprendrons d'expoſer ici que les principaux fondemens de cette Science, & ceux qui ſont les plus communs ; mais à l'aide deſquels on ne laiſſera pas de faire comprendre & de démontrer un grand nombre de Phénomenes.

§. 3. La Phyſique a trois ſortes d'Objets, qui ſont le *Corps*, *l'Eſpace* ou le *Vuide*, & le *Mouvement*. Je vais expliquer en peu de mots, ce que j'entends par chacune de ces trois choſes. Nous appellons *Corps*, tout ce que nous touchons

touchons avec la main, & tout ce qui souffre quelque résistance, lorsqu'on le presse. Nous donnons le nom *d'Espace* ou de *Vuide*, à toute cette étenduë de l'Univers, dans laquelle les Corps se meuvent librement. Le *Mouvement* est le transport d'un Corps d'une partie de l'Espace dans une autre.

§. 4. On appelle *Phénomènes*, tout ce que nous découvrons dans les Corps à l'aide de nos Sens. Ces Phénomènes regardent la Situation, le Mouvement, le Changement, & l'Effet. Lors, par exemple, que nous considerons des yeux les sept Etoiles, que l'on remarque à la Grande Ourse, c'est un *Phénomène de Situation*. Le Soleil paroît chaque jour, & disparoît ensuite, ce qui forme un *Phénomène de Mouvement*. La Lune qui commence à paroître, qui croît ensuite & devient demie pleine, & qui paroît enfin dans tout son plein, nous fournit un *Phénomène de Changement*. Lorsqu'un Corps est poussé contre un autre, il agit sur lui: la même chose arrive, lorsqu'un Corps en tire un autre; & c'est ce que nous appellons *Phénomène d'Effet*.

De cette maniere nous découvrons les Phénomènes, ou à l'aide d'un de nos Sens, ou à l'aide de plusieurs. Nous les découvrons à l'aide d'un seul, comme lorsque le Tact nous fait sentir le Chaud & le Froid, le Sec & l'Humide, lorsque la Vuë nous fait remarquer les Couleurs, & lorsque l'Ouïe nous fait entendre les Sons. Nous découvrons aussi les Phénomènes à l'aide de plusieurs Sens. La Vuë & le Tact, par exemple, nous font remarquer la Grandeur, la Figure, le Mouvement, le Repos. & la Distance des Corps. Non seulement nous goutons ce qui est aigre, comme le Vinaigre, mais nous le sentons aussi. Enfin, l'odeur & le gout de plusieurs Remédes purgatifs, nous font souvent bondir le cœur.

§. 5. Tout changement, que nous voyons survenir aux Corps, n'arrive que par le moyen du Mouvement, soit qu'il se fasse là où il n'y en avoit point auparavant; soit qu'il augmente, ou qu'il diminue, ou enfin qu'il s'arrête entiérement là où il se trouvoit déja auparavant. Je n'avance rien ici que de très-vrai, quoique cela ne paroisse pas d'abord fort clairement; mais il suffit d'y faire quelque attention, pour en être entiérement convaincu. J'en donnerai un exemple. Un morceau de Bois, quelque dur qu'il puisse être, devient vieux avec le tems, il se fend, il se desseche, il dépérit, & tombe enfin en poussiere, quoiqu'il soit toujours resté dans la même place sans aucun mouvement. On peut donc demander, & avec raison, si ce changement est aussi arrivé dans le bois à l'aide du mouvement? Je répondrai que oui, & je dirai que ce changement est arrivé, parce que l'Air & les parties du Feu ont continuellement environné ce Bois, & s'y sont introduites. Voici comment cela s'est fait. Ces parties ayant une fois pénétré ce Bois, & y étant sans cesse en mouvement, elles en ont détaché les parties aqueuses, salines & oléagineuses qu'elles ont ensuite renduës volatiles & qu'elles ont emportées; de sorte que n'y étant resté que les parties terrestres, qui se trouvent alors privées de cette espece de colle, qui les unissoit & les lioit l'une à l'autre, elles se sont réduites en une poussiere où il n'y a point de consistance. Il y a d'autres

tres cas, où l'on remarque clairement, que le Mouvement eſt la ſeule cauſe du changement. Une Boule de Cire ſerrée & comprimée des deux côtés devient platte, & change de figure, parce que ſes parties étant preſſées & enfoncées, ſont par conſéquent miſes en mouvement & hors de leur place. On peut faire voir auſſi de quelle maniere un changement peut arriver, lorſque le mouvement vient à s'arrêter. Cela paroît dans un verre rempli d'eau trouble mêlée de bouë; cette eau reſte trouble auſſi long-tems qu'on la tient en mouvement; mais dès qu'on la laiſſe repoſer pendant quelque tems, toutes les petites parties de cette bouë n'étant plus ſoutenuës par celles de l'eau, tomberont par leur propre poids au fond du verre, & ſe ſépareront de l'eau qui reſtera fort claire. Le mouvement eſt donc un des principaux objets de la Phyſique, & nous devons par conſéquent l'éxaminer avec la derniere éxactitude.

§. 6. On a obſervé, que tous les Corps ſe meuvent ſelon certaines Loix, ou Régles, quelle que puiſſe être la cauſe qui les met en mouvement. Toutes les Plantes & tous les Animaux ne ſe produiſent que par le moyen de leurs Semences, & cela toujours de la même maniere & ſelon les mêmes Loix. Les Corps, qui ſe choquent, ou ſe communiquent réciproquement leurs forces, ou les font diminuer ou perdre entiérement, ſelon des Loix conſtantes; de ſorte que un Corps, qui eſt mû avec beaucoup de vîteſſe, agit toujours avec beaucoup plus de force, que celui qui ayant un mouvement plus lent vient à ſe choquer contre un autre Corps. Tant plus un Corps, qui eſt en mouvement, a de groſſeur, tant plus il a de force. Les forces que perd un Corps, ſe communiquent toujours à un autre. C'eſt pourquoi, dès que nous connoiſſons les Loix, ſelon leſquels les Corps agiſſent les uns ſur les autres, nous pouvons prévoir les effets que produira l'action d'un Corps ſur un autre. Ainſi, parce qu'on a remarqué, qu'on peut faire entrer un Coin dans une piece de Bois, ſans uſer de beaucoup de force, & le faire fendre enſuite; je puis conclure, en conſéquence de cette Obſervation, qu'un pareil Coin pouſſé aujourd'hui, ſans beaucoup de violence, dans une autre piece de Bois, la fera auſſi fendre comme la précédente. Un grain de Moutarde, jettée l'année paſſée dans une terre fertile, a crû à la hauteur d'un Arbre; d'où je puis encore conclure, ſelon les mêmes Loix, qu'un autre grain de Moutarde, ſemé cette année dans une pareille terre, & dans la même Saiſon, y prendra auſſi ſon accroiſſement.

§. 7. Nous ne ſommes inſtruits de toutes ces Loix, que par le moyen des Obſervations. Il n'y a point d'Homme au monde, quelque habile qu'il ſoit d'ailleurs, qui puiſſe jamais en découvrir, ou en prévoir une ſeule, lorſqu'il n'eſt guidé que par les lumieres de ſon Eſprit: nous n'en avons aucune idée innée, mais il faut que nous les découvrions à force de travail, en faiſant des Expériences & des Obſervations. Toutes ces Loix dépendent de la libre Volonté de Dieu, ſelon leſquelles cet Etre infiniment puiſſant & infiniment ſage a réglé, qu'il n'y auroit dans tous ces cas que ces mêmes mouvemens, à l'excluſion de tout autre; que chaque Semence,

soit celle d'un Animal ou celle d'une Plante, produiroit toujours un Animal ou une Plante de la même espece, qui ne recevroient ni l'un ni l'autre aucune nouvelle qualité; qu'un Corps mis en mouvement auroit des forces comme le quarré de la vitesse; que les Corps tomberoient par leur pesanteur, & décriroient dans des tems égaux certains espaces, dont les longueurs sont comme, 1, 3, 5, 7. Dieu auroit pu, par sa grande puissance, établir d'autres Loix, différentes de celles que nous remarquons. Notre esprit est si borné, que nous ne voyons pas bien les raisons, pour lesquelles l'Etre suprême a fait ce choix & tout réglé de cette maniere; mais il nous suffit de sçavoir, qu'il a tout fait & tout disposé avec beaucoup de sagesse. Ainsi reconnoissons nous-mêmes notre ignorance à l'égard des Causes de ces Loix, & captivons notre entendement sous la sagesse du Toutpuissant, plutôt que d'avoir la présomption de prétendre que nous sçavons, comment une Plante toute entiere a été produite par un grain de Moutarde, & que cela s'est fait par la force méchanique de cette Semence. Ceux qui ont avancé, qu'ils avoient cette belle connoissance, n'ont jamais examiné la chose comme ils auroient dû le faire, & n'ont point pesé ce qu'ils ont dit avec un jugement mûr & des sens rassis.

Ces Loix sont constamment toujours les mêmes; car y a-t-il rien de plus constant que la Volonté de Dieu, dont elles dépendent. Si elles pouvoient changer, l'Homme seroit fort malheureux, puisque nous ne serions jamais assurés, & que nous ne sçaurions même jamais, si les alimens que nous avons trouvés hier être bons pour notre Corps, pourroient encore lui convenir aujourd'hui.

C'est à l'aide de ces Loix, que nous distinguons ce qui se fait naturellement, d'avec ce qui n'arrive que par miracle; car tout ce qui n'est pas conforme à ces Loix, est surnaturel. La Mer a deux fois par jour son flux & reflux; s'il arrivoit que ce Phénomène vînt à manquer, sans le concours d'aucune autre cause, il seroit surnaturel. Tous les petits Animaux, quelque petits qu'ils puissent être, doivent leur origine à d'autres petits Animaux, qui leur ressemblent: si il arrivoit à présent, qu'une poignée de poussiere jettée dans l'air, se changeât en petits Animaux, cela ne pourroit se faire que d'une maniere miraculeuse.

§. 8. On n'a encore découvert qu'un petit nombre de Loix dans la Physique, parcequ'on n'a pas fait beaucoup de progrès dans cette Science dans les Siécles précédens. Il est par conséquent de notre devoir de faire une recherche éxacte d'autant de ces Loix, qu'il est en quelque maniere possible. Pour cet effet, nous devons observer avec soin toutes sortes de Corps terrestres, les examiner ensuite & y faire toutes les recherches & les remarques, dont nous sommes capables.

On range tous les Corps terrestres dans quatre différentes Classes, qui sont celle des *Animaux*, celle des *Végétaux*, celle des *Fossiles*, & celle des Corps de l'Atmosphere. Chacun de ces Genres se partage encore en diverses especes, & celles-ci se distribuent aussi en diverses autres moins

étenduës que les premieres. Après avoir commencé à rassembler les Corps, & les avoir rangé selon leurs Genres & leurs Especes, on a trouvé que le nombre de chacun de ces Genres étoit fort grand ; de sorte que la Physique est inépuisable. Gesner donnoit déjà de son tems la description de 500 sortes d'Oiseaux, de 213 Serpens, de 600 Poissons, de 183 Animaux qui font des petits, & de 25 autres especes qui font des Oeufs. On peut ajouter à tout cela un nombre infini d'Insectes, de Poissons à Coquille & de Poissons à Ecaille. Le nombre de toutes les Especes, que l'on tire du sein de la terre, est aussi fort grand. Tels sont les Métaux, les demi-Métaux, les Pierres parfaitement transparentes, les demi-transparentes, & les opaques ; les Sels, les Souffres, le Sable, la Terre. Monsieur Woodward a commencé à ranger tous ces Fossiles dans un ordre méthodique. Il a compté 6 Métaux, & 12 Minéraux : 88 sortes de Pierres : 5 especes de Sels, qu'on tire de terre : 9 sortes de Souffre : 4 sortes de Sable, & 27 sortes de Terre. Ce dénombrement n'est encore qu'une liste imparfaite de toutes les especes de Fossiles. On a fait de plus grands progrès dans la Botanique ; mais il n'est pas possible de marquer précisément le nombre des différentes especes de Plantes que l'on a déja découvertes, parcequ'on en trouve encore tous les jours de nouvelles. Il y a déja plusieurs années qu'on en a compté plus de 10000 de différentes sortes ; & je ne croirois pas m'éloigner beaucoup de la vérité, en disant, qu'on en a trouvé jusqu'à 15000 especes.

La premiere chose que nous devons faire c'est d'éxaminer tous ces Corps, & de mettre tout en œuvre pour tâcher de connoitre les propriétés de chacun d'eux en particulier ; nous pourrons ensuite établir d'abord les Loix communes, selon lesquelles nous remarquons qu'il a plu au Tout-puissant, d'entretenir & de faire opérer tout ce qu'il a créé lui-même. Nous ne devons pas nous trop précipiter dans cette occasion, en tirant d'abord des conclusions générales de quelques Observations particulieres que nous pourrions avoir faites ; mais il vaut mieux n'aller ici que lentement, & travailler beaucoup à faire des recherches & des découvertes. Quand on examine tout avec éxactitude, on trouve qu'il y a beaucoup plus de Loix particulieres, que de Loix générales. Il paroit jusqu'à présent que c'est une Loi fort générale, que les Animaux tirent leur origine des Oeufs, dont les uns restent dans le corps de la Mer, jusqu'à ce que l'Animal qui y est renfermé ait acquis toute sa maturité ; tandis que les autres sont pondus, quelque tems après leur formation, & dont les Animaux ne sortent ensuite, que lorsqu'ils ont été couvés. Les premiers de ces Animaux se nomment *Vivipares*, & de ce nombre sont les Hommes, les Chevaux, les Vaches, & les Brebis. On don e aux autres le nom *d'Ovipares*, tels que sont les Poules, les Oyes, les Papillons, les Escarbots, &c. Les Animaux qui sortent de l'Oeuf, après avoir été couvés, ne croissent pas tous de la même maniere. Il naît d'un Oeuf de Poule un Poulet, auquel il n'arrive dans la suite d'autre changement, que celui de l'accroissement. Il y a aussi un grand nombre de petits Animaux, qui

qui conservent la même forme, qu'ils avoient en sortant de l'Oeuf, comme sont les Araignées, les Limaçons, les Vers de terre, les Sangsuës, & les Poux. On voit naître des Oeufs de plusieurs Insectes un petit Ver, lequel, après être devenu grand, se dépouille de sa peau, sous laquelle sont cachées ses Ailes, dont il sçait se servir dans la suite, soit pour courir, soit pour sauter, comme font les Grillons, les Sauterelles, & les Punaises. Il se trouve encore d'autres petits Animaux, qui produisent un Ver, qui, après avoir pris quelque accroissement, se change en Aurelie, & prend ensuite la figure d'une Mouche, laquelle devient féconde & fait des Oeufs, comme les Abeilles & les Guêpes. Quelquefois aussi l'Aurelie se change en un petit Animal parfait, qui ne vole pas, comme la Puce. Il arrive encore, que le premier Vermisseau prend la forme d'une autre sorte de Vermisseau, en se dépouillant de la peau qui le couvroit, ce qu'il fait même jusqu'à trois ou quatre fois, sur tout s'il devient fort gros, avant que de se changer en Aurelie, laquelle devient un petit Animal volant, comme nous le remarquons à l'égard des Vers à Soye. En effet, ces Vers se dépouillent de leur premiere peau, dans les 10, 11, ou 12 premiers jours, selon la saison de l'année; de la seconde, environ $5\frac{1}{2}$ ou 6 jours après; de la troisiéme, après environ $5\frac{1}{2}$ ou $6\frac{1}{2}$ jours; enfin, de la quatriéme, après $6\frac{1}{2}$ ou $7\frac{1}{2}$ jours: l'Aurelie prend, quelques jours après, la forme d'un Papillon, ou bien elle demeure presque une année entiere dans le même état, comme il arrive à plusieurs especes, & elle ne se change que l'année suivante en Papillon. Il y a quelques Chenilles qui se changent en une sorte d'Aurelie, qui se tient toute nue suspenduë, ayant la tête en-bas, & n'étant attachée que par le bas du corps; quelques-unes se tiennent suspenduës de niveau; & d'autres se tiennent toutes droites, étant renfermées dans une espece de trait ou de bande filée, qui les enveloppe par le milieu, & qui est attachée au derriere de leur corps. Il se trouve de ces Aurelies, qui se renferment dans leur Soye qu'ils ont filée; d'autres qui se tiennent dans des especes de petits Nids, qui sont faits de petits morceaux de bois brisé, & d'autres qui se cachent dans la terre. Il y a des Chenilles qui plient & courbent les feuilles, & filent ensuite en dedans pour les attacher; d'autres qui rassemblent de petits morceaux de pierre, avec lesquels ils se bâtissent une petite Cahute, destinée pour leur Aurelie; d'autres qui se font avec de la Mousse d'arbres & de pierres une maisonnette, destinée aussi pour leur Cocon. On trouve plusieurs Chenilles veluës qui s'arrachent le poil; d'autres qui se le tirent avec les dents; d'autres qui le font tomber en se frottant, & qui en forment ensuite une espece de petite Grotte, en y mêlant un peu de Soye. Tout cela démontre qu'il y a ici des Loix particulieres, que l'on ne peut découvrir que par les Observations, & en examinant chaque espece en particulier. On remarque la même différence à l'égard de la Génération, qui ne se fait d'ordinaire que par le moyen du Mâle & de la Femelle, celle-ci produisant ou des Oeufs, ou des petits Animaux vivans. Il y a de petits Animaux qui sont en même tems Mâles

& Femelles, ce qui ne les empêche pourtant pas de se joindre & d'engendrer ensemble, l'un & l'autre faisant ensuite des œufs, comme nous le remarquons dans plusieurs sortes de Limaçons. Quelquefois aussi il s'en trouve, qui engendrent dans eux-mêmes, comme font les Moules & les Huitres; ce qui fait voir encore qu'il y a des Loix différentes à cet égard. Il en est de même à l'égard des Plantes, parmi lesquelles on voit aussi différentes Loix. Certaines Fleurs ont dans elles-mêmes les Parties mâles & femelles, & produisent une semence féconde. Il y a d'autres Plantes qui ont sur certaines branches les Parties mâles, & sur d'autres branches les Parties femelles, comme on le voit au Coudrier. Il se trouve d'autres especes d'Arbres, dont les uns sont Mâles & les autres Femelles, comme il paroît à l'égard des Palmiers, que l'on doit planter pour cette raison de telle maniere, qu'ils soient toujours deux l'un près de l'autre, si l'on veut qu'ils portent des semences fécondes & qui produisent des fruits. Qui est-ce qui osera dire que ce sont-là toutes les manieres de propager qui se rencontrent dans les Plantes? Toutes les Plantes, & les principes des Métaux croissent-ils aussi de la même sorte? Il y a toute apparence que non, mais on n'a pourtant pas fait encore assez d'observations sur cela, pour pouvoir en parler avec toute l'exactitude requise. Ce qu'il y a de certain, c'est que certaines Pierres se forment de particules terrestres, lesquelles coulent premierement dans les petits vaisseaux des Corps des Animaux, dans lesquels ils s'arrangent ensuite, & se trouvant pressées par derriere l'une contre l'autre, elles y croissent & s'y forment de la même maniere que les coquilles & les écailles de tous les Poissons à coquille & à écaille. Les Plantes & les Arbres se changent aussi en Pierres, lorsqu'au-lieu d'eau, il entre dans les vaisseaux de la racine de petites parties terrestres mêlées avec de l'eau, lesquelles se changent, avec les autres parties de l'Arbre ou de la Plante, en une Pierre dure & ferme. On trouve un exemple fort remarquable de ce que j'avance ici dans l'Histoire de l'Académie Royale des Sciences de l'année 1732. Voici ce qu'on y lit. Dans la Montagne voisine de Scyde, & dans l'une des Caves taillées dans le Roc, qui servoit de Sépulcre aux anciens Juges ou Seffetes de Sedan, il y a près de 3000 ans, Monsieur Condamine a découvert un tronc d'Arbre pétrifié, d'environ un pied de diamétre, qui avance à-peu-près de 4 pieds hors du Roc, où il est enclavé. L'Arbre est beaucoup plus dur que le reste du Rocher, le bout qui déborde est rompu assez net, la coupe n'en est pas ronde mais ovale, & le grand diamétre est horisontal; ce qui prouve que l'Arbre a pris cette forme par le poids dont il étoit chargé, avant que de s'être durci entierement. On y reconnoît très-distinctement les accroissemens annuels de la Séve, qui se manifeste sur la coupe des circonférences concentriques, & selon la longueur, en quelques endroits éclatés, par des lignes paralleles, entre lesquelles la diversité des nuances indique les différentes fibres du bois. Un petit éclat détaché de cet Arbre ne paroît différer en rien d'une Pierre à Fusil ordinaire. Il y a d'autres Pierres qui se forment des parties terrestres, qui s'attachent autour de divers corps, telles

que font celles qui s'engendrent de la fange des Rivieres & des Marais, & qui croiffent autour des Rofeaux, des Pilotis, & autres corps. La Hollande en fournit un bel exemple dans un petit Lac qui fe trouve dans le Pays de Voorn & de Putten. On en voit auffi de femblables en Suiffe & ailleurs. Les Pierres que l'on trouve dans la Veffie du Corps humain, renferment auffi toujours un Noyau, autour duquel elles fe forment des parties terreftres de l'Urine, qui s'attachent d'abord au Noyau & s'uniffent enfuite entr'elles. On rencontre fouvent en Suiffe des Poiffons renfermés dans le milieu des Pierres, qui fe font attachées tout autour des Poiffons morts, & qui, après s'être formées en diverfes lames, n'ont fait dans la fuite qu'un feul corps, comme on m'en a fouvent envoyés. Monfieur Condamine dit avoir auffi obfervé quelque chofe de femblable en Syrie. On trouve dans le Mont Cashavan, proche de Batur, autrefois *Berytos*, des Pierres d'un blanc-fale, médiocrement dures, qui fe caffent par lames; il s'y rencontre fréquemment des empreintes de Poiffons, d'une couleur jaunâtre & dorée, différente de celle du refte de la Pierre. Quelques autres Pierres fe forment par concrétion d'un corps à demi fluide, qui s'infinuant dans la terre, y rencontre certaines parties terreftres, avec lefquelles le cœur fe change en Pierre, comme on le remarque dans les Veines colorées du Marbre & dans les Pierres à Fufil qui fe forment au milieu de la Craye. Certaines Pierres fe forment par le defféchement qui fe fait des parties terreftres, lorfque l'humidité qu'elles renfermoient vient à fe diffiper: c'eft ainfi que la Glaife fe durcit, & que le feu la convertit en Pierre. Selon les Obfervations de Tournefort, dans la Caverne de Crète, les Pierres qui s'y trouvent doivent avoir pris leur accroiffement en-dehors. Mais, il faut avouer qu'à l'égard de ces chofes, & de plufieurs autres de cette nature, nos connoiffances font encore fort bornées. C'eftpourquoi on doit prier tous les véritables Amateurs de la Nature, de rechercher & d'examiner avec foin & avec la derniere éxactitude toutes fortes de Corps, afin que les Hommes puiffent parvenir un jour ou l'autre à la parfaite connoiffance des Loix de la Nature. Il eft entierement impoffible de parvenir à ce point, fans écrire les Remarques & les Découvertes que l'on fait, & fans recourir en même tems à de nouvelles Expériences. On feroit de grands progrès, fi chacun des Sçavans entreprenoit de rechercher & d'examiner de nouvelles Efpeces, différentes de celles dont on a déja donné la defcription; & de cette maniere, il n'y a perfonne, qui ne pût aifément s'acquerir un nom immortel. Il faudroit, par exemple, que quelqu'un fe chargeât de n'employer fon tems qu'à rechercher ce que c'eft que le Feu; qu'un autre s'attachât à découvirr les propriétés de la Lumiere, & qu'on procédât auffi de la même maniere à l'égard des autres Corps; fans qu'on travaillât à de nouvelles entreprifes, avant que d'avoir éxécuté comme il faut celle dont on fe feroit chargé. L'illuftre Mr. de Reaumur nous a montré le chemin à cet égard, en nous donnant la defcription de cette efpece de Tigne qui ronge les habits. Ce même Auteur nous en a

 encore

encore donné un grand nombre d'exemples dans son magnifique Ouvrage qui traite des Chenilles. Swammerdam, fameux Anatomiste, a aussi suivi ce même plan. Monsieur Lister a marché sur ces mêmes traces, lorsqu'il s'est appliqué à rechercher, avec tant de travail & d'assiduité, toutes sortes de Limaçons, & toutes les especes d'Araignées qui se trouvent en Angleterre. Qui est-ce qui peut nommer le célébre Malpighi, sans être plein de respect pour ce grand Homme, qui a tout éxaminé avec la derniere éxactitude? Monsieur Petit, en France, ne s'est-il pas rendu digne des plus grandes louanges, d'avoir employé un si grand nombre d'années consécutives à éxaminer, avec une patience opiniâtre, la structure des Yeux, tant de ceux des Hommes, que de ceux des Animaux. Messieurs Sellius & Massuet ont suivi cet exemple, lorsqu'ils ont traité de ces Vers qui rongent le Bois, & ruinent les Digues de la Hollande. On devroit faire toutes les autres recherches avec le même zele & la même assiduité.

§. 9. En attendant, les Philosophes mettent tout en œuvre pout tâcher de comprendre les Phénomènes qui se manifestent, pour en rechercher les raisons, & les exposer ensuite d'une maniere claire. Pour bien éxécuter ce projet, il faut suivre les leçons que donne le très-fameux Mr. Newton, qui nous a prescrit les trois Régles suivantes, touchant la véritable maniere de bien raisonner.

I. On ne doit recevoir pour Causes des Phénomènes, que celles que l'on sçait être les véritables, & à l'aide desquelles on peut rendre raison des Phénomènes mêmes. C'estpourquoi, on ne doit pas raisonner par Suppositions; car il est clair, que dès que l'on suppose une Cause, on reconnoît n'être pas au fait de la véritable; puisqu'autrement, il ne seroit pas nécessaire de faire des Suppositions. Toute conclusion, que l'on tire d'une Supposition, est bien éloignée de pouvoir être regardée comme Preuve, & nous laisse dans la même incertitude où nous étions auparavant. Ainsi, il vaudroit beaucoup mieux, pour faire des progrès dans la véritable Science, avouer sincérement, qu'on ignore la Cause dont il est question, lorsqu'on ne la connoît pas en effet, que d'employer & de perdre inutilement son tems à faire des Suppositions & à ne proposer que des Chimères, que de se tourmenter à les parer de toutes sortes d'ornemens & à les faire gouter à ceux dont l'entendement est borné, & qui sont accoutumés à recevoir & à croire tout ce qu'on leur raconte. Toutes ces fadaises ne sçauroient jamais tromper un Homme d'esprit, ni lui faire concevoir la moindre estime pour de pareils Ecrivains, qu'il ne peut aucontraire que mépriser souverainement, d'autant plus que le Public devient la duppe de ces Auteurs, & qu'ils empêchent l'avancement de la véritable Science. On est en effet naturellement porté à rechercher les Causes, que l'on entend dire, que les Sçavans avouent eux-mêmes leur être inconnuës. On se tient fort tranquille, & on ne se met plus en peine de rien, dès qu'on entend expliquer & exposer les Phénomènes par leurs Causes, d'autant plus qu'on n'a pas toujours le tems, ni la commodité, ni même assez de penchant, pour examiner avec soin les Principes sur lesquels

quels toute cette expofition eft fondée. On ne doit pourtant pas croire, que mon deffein foit de faire voir, que toutes fortes de Suppofitions doivent être regardées comme inutiles dans toutes les Sciences, & en tout tems. Ce feroit pouffer la chofe trop loin. Je penfe feulement, que lorfqu'on donne quelque chofe au Public, fur tout fi c'eft quelque Ouvrage qui regarde la Phyfique, on doit fe fonder fur de bonnes preuves, & ne pas travailler fur de fimples Suppofitions. Lorfqu'on découvre, pour la premiere fois, quelque nouveau Phénomène, on n'en connoît pas d'abord la Caufe, & on ne peut par conféquent l'expofer clairement, mais d'ordinaire on tombe alors dans quelque foupçon qui en pourroit être la caufe. Ces foupçons font comme des fuppofitions, on peut en faire de femblables, les garder par devers foi, & examiner enfuite par d'autres Obfervations, par des Expériences, & à l'aide du Raifonnement, quelles font les Caufes qui ne peuvent certainement pas avoir produit le Phénomène en queftion : après avoir rejetté ces Caufes, il en refte d'autres, defquelles on peut tirer les conclufions néceffaires ; & celles-ci ayant été encore examinées comme les premieres, par de nouvelles Expériences & de nouvelles Obfervations, il y a toute apparence, que celles qui s'accordent en tout & où l'on remarque toute la convenance poffible, par le grand nombre de circonftances qui fe préfentent, peuvent être regardées comme les véritables, & on peut les rendre publiques. A l'égard de tous ces autres foupçons, qu'on néglige d'éxaminer avec les mêmes précautions que nous venons de marquer, ils ne doivent être confidérés que comme une fauffe lumiere, & comme des penfées mal digerées, prématurées, qui ne peuvent fe foutenir en aucune maniere, & qui devroient par conféquent être mifes en oubli : ces penfées paroiffent avant le tems, & reffemblent à cet égard à des fruits précoces, que la grande chaleur a fait paroître trop tôt, & qui venant à fe pourrir avant que d'être parvenus à leur maturité, à caufe des fucs aigres & cruds qu'ils contiennent, ne peuvent être bons que pour les Vers, à qui feuls ils font en effet plaifir. Pour fçavoir de quelle maniere on doit s'y prendre, lorfqu'on veut faire des Suppofitions, on peut lire avec beaucoup de fruit l'excellent Ouvrage du très-fçavant Monfieur s'Gravefande. (†) On ne laiffe pourtant pas de trouver encore aujourd'hui des Philofophes, qui rejettent cette Régle du célébre Newton touchant la maniere de raifonner : ils veulent à toute force retenir les Suppofitions, afin d'avoir par-là occafion de pouvoir difcourir, d'autant plus que toute leur Philofophie ne confifte abfolument qu'en cela, & que cette feule Régle en renverfe tous les fondemens & lui porte le coup mortel. Ce n'eft pas fans raifon, que tous les vrais Philofophes de notre tems s'accordent parfaitement en ce point, que ni les fornettes, ni les vains Difcours, ni les contradictions, ni enfin les fauffes pointilleries, ne fçauroient jamais faire un Philofophe ; mais feulement les preuves & les raifonnemens fondés fur de

(†) *Introductio ad Philofoph.* Cap. 34.

de bons principes. On me demandera peut-être ici ſi la choſe eſt poſſible ? Oui ſans doute, elle eſt poſſible, puiſque Monſieur Newton l'a démontrée dans ſes Ouvrages, & ſur tout dans ſon Traité des Couleurs des rayons de la Lumiere. Cette maniere de raiſonner, qui ſubſiſtera toujours, & qui eſt la ſeule véritable, a été heureuſement ſuivie par pluſieurs Grands Hommes de notre ſiécle, parmi leſquels on a ſur tout vu briller Meſſieurs Nieuwentyt, Boerhave, Deſaguliers, & s'Graveſande. Nous avons auſſi tâché de marcher ſur ces mêmes traces, tant dans cet Ouvrage que dans tous les autres, ayant employé notre tems à faire un grand nombre d'Expériences, que nous avons comparées l'une avec l'autre, & dont nous avons tiré des conſéquences, leſquelles nous avons eu ſoin de confirmer dans la ſuite par de nouvelles Expériences, afin de pouvoir découvrir la véritable Cauſe des Phénomènes. Ainſi, pour être convaincu qu'on connoît la véritable Cauſe que l'on recherche, il faut pouvoir démontrer, que tous les effets & tous les Phénomènes des Corps, qui ſont d'une ſeule & même nature, dépendent de cette même Cauſe, de maniere qu'elle ait aſſez de force pour produire ces Phénomènes. Si, au-contraire, on n'eſt pas en état de démontrer cela, il eſt hors de doute, qu'on n'a pas encore découvert la véritable Cauſe, & qu'on ne l'a pas indiquée ; au-lieu que dès qu'on peut le faire voir, il n'eſt plus néceſſaire de joindre une autre Cauſe à cette premiere : & d'ailleurs il ne ſeroit pas poſſible, que le même effet découlât de ces deux Cauſes réunies, de la même maniere que ſi il étoit produit par une ſeule Cauſe.

§. 10. La ſeconde Régle de Monſieur de Newton eſt, que les effets de la même nature ſont produits par les mêmes Cauſes. Par conſéquent, ſi les Corps terreſtres tombent par leur peſanteur, vers le Centre de la Terre, qui eſt leur Centre de gravité ; on peut auſſi conclure, que les Planettes qui tournent dans le Ciel tout autour du Soleil, tendent auſſi continuellement à tomber par leur peſanteur vers ce centre comme vers leur commun centre de gravité. Nos mains frottées fortement & avec vîteſſe l'une dans l'autre, deviennent chaudes : toute ſorte de Bois, les Métaux, les Pierres dures, frottés avec force l'un contre l'autre, deviennent auſſi chauds : c'eſt dans tous ces Corps le même effet, que nous pouvons par conſéquent attribuer à la même cauſe, qui n'eſt autre que le Feu. Tous les Métaux, les Verres, & les Pierres qui ont une ſurface unie & platte, étant poſés l'un ſur l'autre, tiendront fermement l'un à l'autre, quoiqu'ils ſoient ſécs ; par conſéquent la cauſe de cette adhérance eſt lamême dans tous ces Corps.

§. 11. La troiſiéme Régle de Mr. Newton eſt celle-ci. Les qualités des Corps, ſur leſquels nous pouvons faire des Expériences, & qui ſont toujours les mêmes, ſans être ni plus fortes ni plus foibles en quelques tems que ce ſoit, peuvent être miſes au rang des propriétés communes de tous les Corps.

Suivant cette Régle on peut conclure, que les Corps céleſtes ont les mêmes

mêmes propriétés que les Corps terreſtres, que nous avons examinés, & que tous les autres, qui juſqu'à préſent ſont cachés & profondément enſevelis dans le ſein de la Terre. Nous remarquons que tous nos Corps terreſtres ont de l'étenduë, qu'ils ſont ſolides ou impénétrables, & qu'ils ſont doués d'une force, qu'on nomme *Force d'Inertie :* toutes ces propriétés, qui ſont ſans dégrés de grandeur, nous portent à conclure, que les Corps céleſtes doivent auſſi avoir les mêmes propriétés. Telles ſont les trois fameuſes Régles de la maniere de raiſonner.

§. 12. Il n'eſt pas hors de propos, de faire voir ici en peu de mots les avantages de la Phyſique, afin d'encourager par-là les jeunes gens à faire tous leurs efforts, pour apprendre avec zéle & avec ardeur cette noble Science, & contribuer eux-mêmes à ſon avancement. Quelques exemples ſuffiront pour cet effet. Les forces de l'Homme ſont très-peu de choſe. Tout Homme qui eſt en état de lever 200 ou 300 livres, & de les tranſporter d'un lieu en un autre, peut paſſer pour être fort robuſte. Il arrive ſouvent qu'on eſt dans l'obligation de ſoulever & de tranſporter de gros paquets, des balots, & de gros arbres; d'ordinaire on ne ſçauroit employer à ce travail un grand nombre d'Hommes à la fois, & d'ailleurs, en cas qu'on pût le faire, il en couteroit toujours de groſſes ſommes. Ainſi, pour éxécuter ces ſortes d'entrepriſes, on a inventé des Machines, à l'aide deſquelles on peut tranſporter aiſément ces gros fardeaux, comme cela ſe pratique en effet par le moyen des Leviers, des Poulies, des Vindas, des Gruës, des Vis, & autres Machines de cette ſorte. Pouvoit-on jamais imaginer un Art plus utile, que celui qui enſeigne à éxécuter, à l'aide de certaines Machines, ce qui ne pourroit ſe faire qu'à grands frais, & par un long & penible travail de pluſieurs Hommes, dont on épargne la peine, tandis que tout s'éxécute comme de ſoi-même, par le moyen d'une Eau courante ou du Vent qui font agir les Machines. Je pourrois faire ici mention d'un grand nombre de ces Machines; mais je me contenterai d'en indiquer quelques-unes, dont on ſe ſert journellement en Hollande : tels ſont les Moulins à vent & à eau, ceux qui préparent le Gruau, les Moulins à ſcier du Bois, les Moulins à Tan, les Moulins à Couleurs, les Moulins à faire du Ruban, les Moulins à Fil, les Moulins à Soye, les Moulins à faire des Dez, les Moulins à Huile, les Moulins à Foulon, &c. Toutes ces inventions ſont les fruits de la Phyſique, & quiconque y a fait des progrès, ſera toujours en état de découvrir de nouvelles Machines, dont on pourra ſe ſervir pour éxécuter d'autres entrepriſes, auſquelles on eſt obligé d'employer aujourd'hui des Hommes & des Chevaux, ou d'autres Animaux. Les Phyſiciens n'ont-ils pas inventé les Horloges, avec leſquelles on peut meſurer préciſément le tems ? Y a-t-il rien qui ſoit plus utile & plus commode pour la Société ? On remarque bien-tôt combien il eſt incommode d'en manquer, lorſque celles qui ſont ſur des Tours viennent à être derangées, & qu'on n'entend aucune cloche ſonner. L'Aſtronomie n'auroit jamais fait dans l'eſpace d'un Siécle entier les grands pro-

 grès

grès qu'elle a faits, si l'habile Monsieur Huygens n'eût trouvé le moyen de perfectionner les Horloges pour mesurer le tems. On voit d'abord, par le petit nombre d'exemples que je viens d'alléguer, les grands avantages qu'on peut retirer d'une seule partie de la Physique. Je pourrois faire voir la même chose à l'égard des autres parties de cette Science, si je ne craignois d'être trop long dans cet Ouvrage, que l'on ne doit considérer que comme une ébauche de toute la Physique. Cependant pour dire quelque chose de plus que ce que je viens d'exposer, je laisse à chacun à considérer la grande utilité qu'on retire des Lunettes d'approche, tant pour découvrir de loin l'approche des Armées, celle des Ennemis & des Vaisseaux, que pour considérer, dans l'Astronomie, les Etoiles, leur figure, & mesurer en même tems leur grandeur. A-t-on jamais rien imaginé de plus commode que les Lunettes & les Verres qui rapetissent les objets pour les personnes âgées, & pour tous ceux qui ont la vuë foible, ou qui ne peuvent voir que de près. Ne découvre-t-on pas à l'aide des Microscopes un nouveau Monde, rempli tant de petits Animaux, que de petites Plantes, & de leurs parties, qui seroient entierement invisibles sans le secours de ces Instrumens ? N'avons-nous pas découvert tout nouvellement par les travaux assidus des diligens Philosophes Malphigi, Grew, Blair, Vaillant, & d'autres encore, de quelle maniere toutes les parties des Plantes sont faites, & comment elles végétent. Les Microscopes ne nous font-ils pas appercevoir un nombre prodigieux de petits Animaux tout-à-fait extraordinaires, soit que l'on considére leur figure, soit que l'on fasse attention à leur petitesse ? Y a-t-il rien qui puisse contribuer d'avantage à nous faire apprendre la sagesse du souverain Créateur de toutes choses ? Qu'y a-t-il de plus agréable & de plus divertissant, que de voir continuellement ces Prodiges, dont nous n'aurions jamais eu aucune connoissance sans tous ces secours ? Mais, dites moi je vous prie, qu'est-ce donc que ces Instrumens si utiles ? Qu'est-ce que ces Lunettes, ces Microscopes, ces Lunettes d'approche, & ces Verres qui rapetissent les objets ? Certainement, il n'y a que la Physique seule qui puisse l'apprendre. N'est-ce pas une chose honteuse pour un Homme, qui a un peu plus d'éducation qu'un simple Bourgeois, d'ignorer toutes ces belles Découvertes ? Il ne faut pas en douter. Ne voit-on donc pas la nécessité qu'il y a de s'appliquer à cette Science ? Mais examinons un peu les effets de l'Air. La Physique nous apprend, que l'Air est un liquide pesant qui presse avec beaucoup de force, par son propre poids, tous les Corps qui sont sur notre Globe, de la même maniere que si une Mer pleine d'eau venoit à presser de la hauteur de 32 pieds. C'est cette même Physique, qui nous apprend encore, que cette pression est la cause pour laquelle l'eau suit le Piston dans les Pompes, mais seulement jusqu'à la hauteur de 32 pieds. Trouve-t'on des Machines plus commodes, pour l'usage qu'on en fait chaque jour, que les Pompes avec lesquelles on tire l'eau des Puits ? Je ne dirai rien des Siphons, des Thermomètres, & autres Instrumens dont on se sert tous les jours, & dont on ne peut con-

noître

noître la ſtructure, les effets, les cauſes, qu'en conſultant les Phyſiciens. Il y a encore quelque choſe de plus que tout cela. On peut faire voir, que la Phyſique eſt abſolument néceſſaire pour tous les autres Arts, tant pour aider à leur avancement, que pour rendre raiſon de la maniere dont on doit opérer, & pour indiquer auſſi les cauſes de tous les Phénomènes & des effets que nous y remarquons. Les Ouvriers ſçavent rarement ce qu'ils font, ou pourquoi ils font une choſe, comme nous allons le faire voir par un exemple des plus communs. On ſçait qu'un Charpentier fait tenir deux bois enſemble avec de la Colle; mais qu'eſt-ce que coller ? Pourquoi la Colle, étenduë entre deux Corps, les joint-elle de telle maniere, qu'ils ſont fermement attachés l'un à l'autre ? La Phyſique nous rendra raiſon de ce Phénomène. Tous les Corps ſe tirent mutuellement, & avec d'autant plus de force, qu'ils ſe touchent l'un l'autre dans un plus grand nombre de points & dans de plus grandes ſurfaces. La Colle remplit les cavités du bois, qui ſont en grand nombre, & qui empêchent les parties ſolides de ſe joindre comme il faut; & lorſque ces parties du bois ont été miſes l'une ſur l'autre après avoir été enduites de la Colle, elles ſe touchent en de plus grandes ſurfaces, ce qui eſt cauſe que l'air eſt pouſſé dehors, & que la force d'un plus grand nombre de parties ſe trouvant réunie, produit beaucoup mieux ſon effet. Ces deux cauſes font, que les deux piéces de bois tiennent fortement l'une à l'autre, comme nous le verrons plus amplement dans le XIX Chapitre. Mais paſſons à d'autres cas plus importans. N'eſt-ce pas la Phyſique qui nous apprend dans l'Architecture, quelle eſt la force des Corps ſolides, tant à l'égard des Métaux, qu'à l'égard des pierres ou du bois ? C'eſt par elle que nous ſçavons, quelle eſt la force des poutres d'une épaiſſeur déterminée & d'une certaine longueur, dont on ſe ſert pour les planchers de ces Magaſins qui doivent être fort chargés. Elle nous enſeigne quelle eſt la force d'une poutre qu'on a élevée & dreſſée; quelle doit être celle des murailles des Maiſons ou des murs des Fortifications, dont on a déterminé l'épaiſſeur & la hauteur; enfin, quelle charge peut ſupporter une barre de fer, dont l'épaiſſeur eſt connuë. La Phyſique fait voir, pourquoi on doit bâtir les murailles à plomb, afin qu'elles ſoient fermes : elle rend encore raiſon d'une infinité d'autres choſes. L'Art de la Guerre ne ſeroit jamais parvenu au point où il eſt à préſent, ſi il n'eût été ſecouru par la Phyſique, qui lui a comme prêté la main; & ſi cette Science ne lui eût donné des Tables, ſelon leſquelles le Canon & les Mortiers doivent être placés, afin de pouvoir tirer juſte, & de faire parvenir les Bombes dans les endroits où l'on veut qu'elles tombent. C'eſt encore la Phyſique qui fait voir, comment les Bombes tirées dans l'air décrivent une ligne courbe, qui approche beaucoup d'une ligne de la Section conique.

Je ne connois aucun Art, où la Phyſique ne ſoit néceſſaire. Je trouve ſur tout qu'elle eſt d'un grand uſage dans la Médecine. En effet, ſans le ſecours de la Phyſique, un Médecin ne pourra jamais rendre raiſon de la

ſituation des Muſcles autour des Os du Corps humain, ni de la force & de l'opération de ces mêmes Muſcles. Pour ſçavoir tout cela, il faut de néceſſité qu'il connoiſſe les propriétés des Leviers, qui étant tirés à l'aide de diverſes cordes, peuvent élever un grand nombre de peſans fardeaux. Sans cette connoiſſance, il ne pourra jamais faire voir à quoi ſervent les groſſes Apophiſes, ſituées aux extrémités des Os, ni pourquoi la Rotule ſe jette ſi fort en-dehors, ni enfin pluſieurs autres choſes de cette nature. Il faudra encore, dans cette occaſion, qu'il recoure aux Leviers, dont la connoiſſance lui apprendra, qu'on n'a pas beſoin d'une ſi grande force pour lever un fardeau, quand on le tire perpendiculairement ſur le Levier, que lorſqu'on le tire contre le point du mouvement.

2°. La Phyſique fait diſſiper toutes nos Superſtitions, & nous empêche de prendre pour une Merveille, ce qui n'eſt que naturel. Combien de gens n'ont pas cru, que le Tonnerre & les Eclairs étoient un effet des Eſprits malins! On a appris, après d'éxactes recherches, que cet effet étoit produit par le Souffre ou quelque ſemblable matiere combuſtible avec le Salpêtre; & peut-être avec d'autres choſes, qui s'exhalent de la Terre dans l'Atmoſphère, où elles ſe mettent en feu.

3°. La Phyſique nous apprend à bien diſtinguer les Prodiges & les Miracles, des Phénomènes qui ſont naturels. C'eſt une choſe naturelle qu'un morceau de Fer jetté dans l'eau, s'y enfonce & tombe au fond ſans pouvoir remonter de lui-même: ſi par conſéquent, une groſſe piéce de Fer maſſif vient à flotter ſur l'eau, ou à remonter du fond en-haut, & à y nager ainſi tout ſeul ſans être ſoutenu, ce Phénomène doit être regardé comme miraculeux, & ſurnaturel. Donnons ſur cela un autre exemple. L'Eau ne peut jamais ſe changer d'elle-même en Sang: il eſt auſſi entierement impoſſible de lui procurer ce changement en frappant deſſus avec une Verge; on pourroit bien rougir un peu l'eau avec un bâton qui ſeroit rempli de quelque couleur rouge, mais cela ne ſeroit rien moins que du Sang: il faut, pour qu'il ſoit tel, qu'il ait circulé pendant quelque tems dans le corps de quelque Animal vivant. Ainſi, lorſqu'il arrive que l'Eau ſe convertit en Sang, ſeulement parcequ'on frappe deſſus avec un bâton, ce Phénomène doit être regardé comme au-deſſus de la Nature. On doit donc conclure de-là, que le changement d'Eau en Sang, fait par Moïſe en Egypte, a été véritablement miraculeux. La Terre tourne tous les jours une fois autour de ſon Axe avec un mouvement fort égal, lequel ne peut-être ni retardé, ni empéché, ni arrêté, ſoit par les Hommes, ou les Animaux, ou par quelque force que ce ſoit des Planettes & des autres Corps céleſtes. Ce mouvemement de la Terre eſt cauſe, que le Soleil ſemble tous les jours ſe montrer ſur notre Horiſon, & diſparoître enſuite. Si donc il arrivoit jamais, qu'à la priere de quelqu'un la Terre s'arrêtât, & fût ſans aucun mouvement, cela ſeroit ſurnaturel, & ne pourroit s'éxécuter que par des forces ſupérieures à celles des Hommes. Pour cette raiſon nous pouvons conclure, que ce qui eſt arrivé du tems de Joſué, à l'égard de ce qui eſt dit que le Soleil s'arrêta, étoit un véritable Miracle. Nous ne ſommes

pas

pas en état de connoître ce qui est surnaturel, à moins que nous n'ayons appris auparavant ce qui doit être regardé comme naturel. Mais dites-moi, je vous prie, de quelle maniere connoissons-nous ce qui est naturel? Cette connoissance ne nous est certainement pas innée, il faut que nous l'acquérions ou par nos propres recherches, ou par celles des autres Hommes; c'est-à-dire, que nous devons la tirer d'une Science qui indique les Phénomènes ordinaires: & dès que nous l'aurons acquise, nous pourrons regarder comme surnaturels tous les Phénomènes qui y seront opposés.

4°. La Physique nous conduit à la connoissance de l'Etre souverain, & nous démontre d'une maniere claire qu'il doit y avoir nécessairement un tel Etre, & & qu'il éxiste en effet. Je n'ai qu'une seule demande à faire à ce sujet. La voici. Comment les Hommes sont-ils venus dans le monde? Nous sçavons par les Observations qu'on a faites, que la Nation Angloise est devenuë une fois aussi nombreuse qu'elle est dans l'espace de 150 ans. Toutes les Histoires, tant des Ecrivains sacrés que prophanes, nous apprennent, que la Terre n'étoit pas fort peuplée, il n'y a que quelques Siécles; par conséquent, en rétrogardant vers les premiers tems, nous trouverons toujours beaucoup moins d'Hommes, & il nous faudra enfin remonter jusqu'aux deux premiers. Mais ces deux premiers, comment sont-ils venus dans le monde? Ce n'est assurément pas par leurs propres forces, puisque nous n'en trouvons point en nous de telles, qui puissent nous faire éxister. Nous n'avons pas été non-plus créés par d'autres Hommes, puisqu'autrement les deux premiers n'auroient jamais pu éxister. Ceux-ci n'ont pas pu être formés par le concours fortuit des Atômes, car on en verroit encore tous les jours de nouveaux qui seroient produits de la même maniere; & d'ailleurs d'un pareil concours d'Atômes, il ne pourroit se former qu'une masse d'Atôme, mais jamais un Homme, qui est composé de Corps & d'Ame. Il faut donc de nécessité remonter à une autre Cause, beaucoup plus puissante que toutes les précédentes, qui ait formé le Corps de l'Homme, & qui l'ait uni, d'une maniere tout-à-fait admirable & étonnante, à une Ame, qui est une substance d'une nature différente. Nous donnons à cette Cause le nom de Dieu ou d'Etre suprême, dont la sagesse impénétrable se fait remarquer jusques dans les moindres choses. Nous voyons sa puissance infinie & sa grande majesté par le Monde infiniment grand qu'il a créé lui-même, & qui comprend des especes innombrables d'Animaux, de Plantes, de Minéraux, de Lumieres célestes, & de plusieurs autres Corps, dont il y en a beaucoup d'une petitesse incompréhensible, & d'autres d'une grandeur prodigieuse, puisqu'ils sont cent mille fois plus gros que notre Globe, comme le Soleil & les Etoiles fixes. Le pieux Mr. Nieuwentyt s'est fort étendu sur cette matiere dans ses Contemplations du Monde. On ne manquera pas de tirer beaucoup de fruit de la lecture de l'Ouvrage de cet Auteur, & de la Théologie Physique de Mr. Derham.

CHAPITRE II.

Du Corps en général, & de ses Propriétés.

§. 13. NOus apprenons par nos Sens externes, qu'il y a des Corps hors de nous. Dès que ces Corps se présentent à nos Sens, notre Ame en reçoit ou s'en forme des idées, qui représentent ce qu'il y a en eux. Tout ce qui se rencontre dans un Corps, & qui est capable d'affecter d'une certaine maniere quelqu'un de nos Sens, desorte que nous puissions nous en former une idée; nous le nommons *Propriété* de ce Corps. Lorsque nous rassemblons tout ce que nous avons ainsi remarqué dans les Corps, nous trouvons qu'il y a certaines Propriétés, qui sont communes à tous les Corps; & qu'il y en a d'autres encore, qui sont particulieres, & qui ne conviennent qu'à tels ou tels Corps; nous donnons aux premieres le nom de *Propriétés Communes*, & quant à celles de la seconde sorte nous les appellons simplement *Propriétés*.

§. 14. Parmi les Propriétés Communes il y en a quelques-unes, qui se rencontrent en tout tems dans tous les Corps, & qui sont toujours les mêmes; il y en a d'autres encore qui, quoiqu'elles soient toujours dans les Corps, ont pourtant des degrés d'augmentation ou de diminution. Celles de la premiere Classe sont l'*Etenduë*, l'*Impénétrabilité*, la *Force d'Inertie*, la *Mobilité*, la *Quiescibilité*, & la *Figurabilité*. Celles de la seconde Classe sont la *Gravité* où *Pesanteur*, & la *Force d'Attraction*.

Il ne s'est trouvé jusqu'à présent aucun Corps, soit grand ou petit, solide ou liquide, qui ne renfermât en lui-même toutes ces huit Propriétés. Il n'a même jamais été possible d'ôter ou de faire disparoître, par quelque art que ce soit, aucune de ces Propriétés, que nous appellons pour cette raison *Propriétés Communes*.

§. 15. Les autres Propriétés des Corps sont, la *Transparence*, l'*Opacité*, la *Fluidité*, la *Solidité*, la *Colorabilité*, la *Chaleur*, le *Froid*, la *Saveur*, l'*Insipidité*, la *Senteur*, l'*Inodorabilité* ou *sans odeur*, le *Son* & *sans Son*, la *Dureté*, l'*Elasticité*, la *Molesse*, l'*Apreté*, la *Douceur*, &c. Ces Propriétés ne se remarquent que dans certains Corps, & on ne les trouve pas dans d'autres; desorte qu'elles ne sont pas communes.

Il y a encore une autre sorte de Propriétés, qui tiennent le milieu entre les premieres & les dernieres. Ces Propriétés sont aussi Communes, mais seulement à certains égards. J'en donnerai deux exemples. Tous les Corps qui sont en mouvement, ont la force de mettre aussi en mouvement les autres Corps qu'ils rencontrent. Cette Propriété doit être mise par conséquent au rang de celles qui sont Communes. Cependant, comme tous les Corps ne sont pas en mouvement en tout tems,

il s'ensuit que cette Propriété Commune ne devra avoir lieu & ne pourra être regardée comme telle, que dans les cas où l'on suppose les Corps en mouvement ; mais nous avons fait voir au §. 14, que les Corps ne sont pas toujours en mouvement, & par conséquent cette Propriété ne peut passer pour Commune, puisqu'elle n'est pas toujours dans tous les Corps. Il en est presque de même à l'égard de la *Divisibilité*. Cette Propriété est commune à tous les grands Corps, qui sont composés de plus petites parties ; mais elle n'est pas commune aux plus petites de toutes les parties, ou à celles qui sont les dernieres de toutes, lesquelles seules sont, à ce que je pense, indivisibles, comme je le ferai voir dans la suite.

§. 16. Les Philosophes ont recherché avec beaucoup d'éxactitude, en quoi consistoit précisément la *Nature* des Corps. Ils appellent Nature, cette Propriété, qui existant une fois, fait aussi que le Corps éxiste en même tems ; mais qui venant à ne plus éxister, fait aussi que le Corps n'éxiste plus. Le grand Descartes & ses Sectateurs se sont donnés beaucoup de peine pour faire cette recherche, & ils ont cru avoir découvert en quoi consistoit cette Nature, en raisonnant de la maniere que voici. Ils se représentent un Corps avec toutes ses Propriétés, en éxaminant quelles sont celles d'entre elles qu'ils peuvent éloigner de leur pensée, tandis qu'ils ne laissent pourtant pas de conserver toujours l'idée d'un Corps. Ils conçoivent, qu'ils retiennent encore l'idée d'un Corps, quoiqu'ils ne pensent plus ni à sa pesanteur, ni à sa mobilité, ni à aucune des Propriétés, dont il est fait mention au § 14, mais seulement à son Etenduë, où ils réunissent toutes leurs pensées, dans la persuasion où ils sont, qu'aussi long-tems qu'ils se représentent cette Etenduë, ils ne cessent de conserver l'idée du Corps ; mais aussi-tôt qu'ils cessent de la perdre de vuë, ils cessent en même tems d'avoir aucune idée du Corps. Voilà pourquoi ces Philosophes établissent, que la *Nature* ou *l'Essence du Corps consiste dans l'Etenduë*. De cette maniere, par tout où il y a de l'Etenduë, il doit aussi s'y trouver un Corps, & là où il n'y a point d'Etenduë, il n'y a point non-plus de Corps.

Il faut avouer que ce Raisonnement est tout-à-fait profond, aussi estce pour cela qu'il a été si bien reçu. Cependant, après l'avoir éxaminé avec la derniere éxactitude, nous ne sçaurions consentir à y donner les mains, pour plusieurs raisons que voici.

1°. Quoiqu'en pensant abstractivement à un Corps, nous allions jusqu'à ne nous représenter qu'une seule de ses Propriétés, sans faire aucune attention aux autres ; il ne s'ensuit pourtant pas de-là, que cette Propriété subsiste par elle-même, ou qu'elle peut subsister comme un Etre ou une Substance, sans les autres Propriétés. Car, penser par abstraction, n'est autre chose que s'arrêter à une seule Propriété d'une chose, dont l'esprit fait choix, en mettant à l'écart toutes les autres Propriétés de cette même chose ; mais il ne suit pas de-là, que tout le reste n'appartient pas à cette chose, ou qu'il ne doit pas lui appartenir, parce que nous n'y pensons pas. Cela paroitra en arrangeant mes pen-

ſées dans un autre ordre, ſuivant lequel je ne conſerverai plus d'autre idée que celle d'une Propriété différente de l'Etenduë. Si, par conſéquent, la nature des Corps conſiſte dans cette Propriété, de laquelle ſeule j'ai conſervé l'idée à l'excluſion des autres; je puis auſſi établir avec autant de raiſon que les Cartéſiens, que l'eſſence du Corps conſiſte dans cette Propriété, ce qu'on ne manqueroit pas de trouver abſurde. Si, après avoir fermé mes yeux, quelqu'un me met dans la main une peſante Boule, je ſentirai d'abord par cette peſanteur, que j'ai un Corps dans la main, & je dirai toujours que ce Corps éxiſte actuellement; tandis que je ſentirai cette même peſanteur. Suppoſons à préſent que je conçoive avec les Méchaniſtes, que toute la peſanteur de cette Boule eſt réunie dans ſon Centre, & que j'aille enſuite me répréſenter, que ce Corps eſt ſans mouvement, qu'il a perdu ſa force d'inertie, ſon Attraction, & enfin ſon Etenduë: on ne peut certainement pas me conteſter, que je ne puiſſe me repréſenter la choſe de cette maniere; je conçois cependant juſqu'à préſent, que ce Corps éxiſte, puiſque je continue toujours à ſentir ſa peſanteur au même point; mais dès que je viens à exclure auſſi de ma penſée ce point de peſanteur, je ceſſe d'avoir la moindre idée de ce Corps; c'eſt-pourquoi mon eſprit ſe borne à ne ſe repréſenter que la peſanteur. Ne pourrois-je donc pas conclure, ſuivant cette maniere de raiſonner, que l'eſſence du Corps conſiſte dans la Peſanteur? Ouï certainement. Cependant, cette concluſion ſeroit fauſſe, puiſqu'elle n'eſt abſolument qu'une ſuite de l'ordre de mes penſées. Or il eſt clair, qu'il eſt du tout impoſſible que la nature des Corps puiſſe jamais dépendre de l'arrangement de nos penſées.

2°. On ne peut démontrer juſqu'à préſent, que nous connoiſſons tout ce qui ſe trouve dans les Corps. Si nous pouvions avoir connoiſſance de tout ce qui leur appartient, nous ſerions en état de nous en former une idée parfaite, & de diſtinguer les Propriétés qui leur ſont communes d'avec celles qui ne ſont que particulieres. Mais les plus grands Hommes de notre Siécle reconnoiſſent de bonne foi, qu'ils n'ont pas une idée parfaite des Corps. C'eſtpourquoi nous ne ſçavons pas, ſi certaines Propriétés que nous pourrions ſuppoſer, ſuffiroient pour conſtituer la nature d'un Corps. Nous connoiſſons déjà huit Propriétés communes, ſelon le §. 14, mais pourra-t-on dire, qu'il y aura un Corps, par tout où l'on trouvera ces huit Propriétés, & pas davantage? Suppoſez qu'il y ait un Corps, qui poſſede cent Propriétés inſéparables: prenez en dix: ces dix conſtitueront-elles elles ſeules ce Corps, & ſuppléront-elles à ce qui lui manque? Point du tout. Mais ſuppoſons que dix Propriétes puiſſent conſtituer un Corps, ſuivant notre penſée; qu'en réſultera-t-il? Nous aurons un Corps doué de ces dix Propriétés; mais qui eſt-ce qui oſera dire, que ce Corps eſt le même que la choſe dont nous avons parlé ci-deſſus? Suppoſons encore de même, que cette choſe ait cent Propriétés, & que nous n'en connoiſſions que dix; connoiſſons-nous pour cela cette choſe? Ou connoiſſons-nous ſa

nature?

nature ? Il en eſt de même à l'égard du Corps. Nous n'avons connoiſſance que de quelques-unes de ſes Propriétés ; toutes ſes Propriétés priſes enſemble & réunies le conſtituent, il n'eſt tel que lorſqu'elles ſe trouvent toutes raſſemblées : dès qu'elles ne ſont plus, le Corps ceſſe d'éxiſter ; mais tandis que nous ne connoîtrons pas toutes les Propriétés inſéparables du Corps, nous ne ſerons jamais en état d'en connoître ſa nature. Rien n'eſt plus facile que de démontrer, que nous ne connoiſſons juſqu'à préſent qu'un petit nombre des Propriétés des Corps, & que nous ſommes fort éloignés de les connoître toutes. En effet, tout ce que nous connoiſſons des Corps, nous devons l'apprendre par le ſecours de nos Sens extérieurs : Or nos Sens ne nous font connoître que la Surface des Corps ; car à l'aide des Yeux nous découvrons ſeulement ſa Surface, nous ne faiſons que la toucher par le moyen du Tact, notre Langue n'eſt auſſi affectée que par cette même Surface, & il en eſt de même à l'égard du Nez. Mais qu'eſt-ce qui ſe trouve renfermé au-dedans de cette Surface ? Certainement ce doit être cela même qui conſtituë proprement le Corps. Or qu'eſt-ce que cela ? C'eſt ce que nous ignorons tous. Ainſi, nous ne connoiſſons que l'écorce extérieure du Corps, & un petit nombre d'autres Propriétés, par les Phénomènes qui ſe manifeſtent ; mais nous n'avons point de connoiſſance de ſon intérieur, & de ce que nous devrions ſur-tout ſçavoir, pour bien connoître ſa nature.

Quoique nous ſçachions aujourd'hui, que les Corps ont huit Propriétés communes, nous ne devons pas croire pour cela que nous les connoiſſions déja toutes : car voici ce que je voudrois ſçavoir : Si les Propriétés des Corps nous ſont repréſentées devant les yeux d'une maniere ſi claire & ſi évidente que nous puiſſions d'abord les voir & les connoître, ſans même en faire une recherche fort éxacte ? Si l'on me dit qu'oui, je demanderai de nouveau : Pourquoi les anciens Philoſophes, parmi leſquels il s'eſt trouvé des Hommes fort clairvoyans & d'une grande pénétration, n'ont point connu il y a long-temps, ni donné la deſcription de ces huit Propriétés communes ? Pourquoi cette connoiſſance a-t-elle été réſervée à notre ſiécle ? Puiſque ces grands Génies de l'antiquité n'ont pas connu ce que nous ſçavons aujourd'hui, par quel droit voudrions-nous prétendre de ſçavoir déja tout ? Il y a toute apparence, que nos Deſcendans découvriront un grand nombre de Propriétés, qui nous ont échappées juſqu'à préſent, & qu'ils ne ſeront pas moins ſurpris de notre ſtupidité & de notre négligence, que nous le ſommes aujourd'hui de celle de nos Ancêtres. Mais pouſſons la choſe encore plus loin. Comment ſçavons-nous, que nos Sens extérieurs ſont en état de découvrir toutes les Propriétés des Corps ? Certainement nous ne trouvons rien ici, qui puiſſe nous en convaincre.

3°. Mais on peut encore démontrer par d'autres raiſons, que l'étenduë ne fait nullement l'eſſence du Corps ; car comme toutes les Propriétés d'un Triangle & d'un Cercle, qui nous ſont connuës, découlent de leur nature, ou qu'elles en ſont déduites & démontrées par les Mathématiciens :

ciens : & comme d'ailleurs nous ne connoiſſons point d'autres Propriétés de ces figures, que celles que nous avons déduites de leur nature ; il faudroit auſſi que nous puiſſions tirer de la nature du Corps, s'il nous étoit une fois bien connu, toutes ſes Propriétés, & démontrer en même temps, qu'elles découlent de cette nature, & qu'elles en tirent leur origine. Suppoſez donc, que la nature du Corps conſiſte dans l'Etenduë : je vous demande, comment vous concevez, que l'Impénétrabilité, la Force d'Inertie, la Mobilité, la Peſanteur & la force d'Attraction, dépendent de cette Etenduë & ſont jointes avec elle ? Peſez & examinez cela auſſi long-temps qu'il vous plaira, vous ne trouverez pas le moindre rapport entre ces Propriétés & l'Etenduë. Par conſéquent, l'Etenduë ne conſtituë pas la nature des Corps, quoique nous tombions d'accord qu'il ſe trouve beaucoup de ces Propriétés dans l'étenduë.

4°. Mais outre cela, je ferai encore voir dans le Chapitre ſuivant, qu'il y a une ſorte d'étenduë qui n'eſt point du tout Corps, mais quelque choſe qui en eſt différent : Or deux choſes entieremet différentes l'une de l'autre ne peuvent jamais avoir la même nature.

§. 17. On rencontre auſſi les mêmes difficultés dans le ſentiment de ces Philoſophes, qui établiſſent, que la nature des Corps conſiſte dans une Impénétrabilité étenduë. Je conviens volontiers, que l'Impénétrabilité met une différence entre le Corps & le Vuide, & qu'on peut appeller le Corps une Impénétrabilité étenduë ; mais on ne doit pas croire pour cela qu'elle conſtituë ſa nature ; car on ne voit pas qu'elle en découle en aucune maniere, non-plus que ſa Mobilité, ni ſa force d'Inertie, ni ſa Peſanteur, ni ſa force d'Attraction.

Rien n'eſt plus propre que les Obſervations, pour nous faire conclure, que nous ne connoiſſons pas en effet la nature des Corps ; car ſi nous la connoiſſions, ne pourrions-nous pas prédire par avance un grand nombre d'effets, que les Corps, qui agiſſent l'un ſur l'autre, devroient produire ? C'eſt ainſi que les Mathématiciens déduiſent pluſieurs choſes de la nature du Cercle. Mais nous ne connoiſſons d'avance aucun effet, il faut que nous en venions aux expériences pour faire nos Découvertes. Dans tous les cas où les Obſervations nous manquent, nous ne pouvons pas commencer à raiſonner ſur ce que nous ne connoiſſons pas encore des Corps : & ſi nous le faiſons, nous nous expoſons à tirer des conſéquences fort incertaines. Monſieur Nieuwentyt a commencé à démontrer cela dans ſes Fondemens de la Certitude, & nous pourrions auſſi confirmer la même choſe par cent exemples. Ces Philoſophes qui croyent connoître la nature des Corps, ont-ils jamais pu prédire par la ſeule réfléxion qu'ils ont faite ſur les Corps, un ſeul des effets qu'ils produiſent en agiſſant l'un ſur l'autre ? Certainement ils n'ont jamais pu en prédire aucun de cette maniere. En effet, quand même on leur accorderoit, que la nature des Corps conſiſte dans l'étenduë, ils n'en auroient pas pour cela plus de connoiſſance, parceque nous ne pouvons rien déduire de-là, & que nous ne pouvons rien prévoir de ce qui arrive dans les Corps, puiſqu'il faut

que

que nous faſſions toutes nos recherches, en recourant aux Expériences, comme ſi nous ne connoiſſions point du tout la nature des Corps. Y a-t-il la moindre apparence que nous ſoyons déja parvenus à ce haut degré de connoiſſance, tel qu'eſt celui de connoître la nature des Corps, tandis que nous ſommes plongés à cet égard dans une ſi profonde ignorance, que nous ne ſommes pas ſeulement en état de tirer le moindre avantage, ni de faire le moindre uſage de cette prétenduë connoiſſance, quelques grands que ſoient les efforts que nous faiſons pour cet effet? Reconnoiſſons donc plutôt notre ignorance, & avouons que juſqu'à préſent nous n'avons encore fait ici que très-peu de progrès. Ce n'eſt pas un deshonneur de reconnoître les bornes de la Science dont on fait profeſſion, où de dire ingénuëment juſqu'où peut aller notre eſprit, c'eſt au-contraire une choſe qui fait honneur. Quelques Philoſophes paroiſſent avoir eu des idées bien différentes ſur cet article, prétendant que leur eſprit eſt en état de tout approfondir, & qu'ils ont déja pénétré fort avant dans le ſecret des choſes créées: ils regardent comme un deshonneur, de ne pouvoir expliquer & rendre raiſon des événemens qui ſe manifeſtent, ou de donner à connoître qu'ils ne ſçauroient y parvenir. Quand à nous, nous voulons bien confeſſer publiquement, que la nature des Corps nous eſt inconnuë, quoique nous ayons fait cette recherche avec toute la diligence poſſible: ſi quelqu'un en a connoiſſance, nous ſommes diſpoſés à l'apprendre de lui.

Après ces Philoſophes, il s'en eſt élevé d'autres, qui donnent un tout autre ſens au terme de Nature, entendant par-là, *un Principe interne des Actions & des Paſſions des Corps.* L'expérience fait voir que la choſe eſt vrayé dans ce ſens; car un Corps en mouvement agit ſur celui contre lequel il vient heurter, & c'eſt-là le Principe de Paſſion, qui ne différe que peu ou point du tout de la force d'Inertie. Il y a auſſi dans les Corps un Principe interne d'Action, qui eſt la cauſe de la Peſanteur.

On pourroit demander ici: Si nous avons une idée claire de ce Principe interne, tant des Actions que des Paſſions? Ou ſi nous en connoiſſons toutes les différentes ſortes? Juſqu'à quel point il eſt adhérant aux Corps? Et pluſieurs autres choſes de cette nature. Mais ces Sçavans doivent reconnoître auſſi-bien que nous, que juſqu'à préſent nous n'avons encore qu'une idée fort obſcure de ce Principe, & qu'il s'en faut de beaucoup que nous ayons connoiſſance de toutes ſes différentes eſpeces: ceux qui viendront après nous, en ſçauront beaucoup davantage, lorſqu'ils auront fait infiniment plus de recherches & de découvertes. Mais pourquoi donne-t-on à ce Principe interne le nom de *nature des Corps?* Ce n'eſt certainement autre choſe qu'une Propriété commune, ſemblable à celles dont nous avons parlé au §. 14. C'eſt abuſer des termes ſans raiſon & ſans aucune néceſſité; auſſi n'en apprenons-nous rien du tout.

§. 18. Nous avons dit au §. 14, que nous avions découvert huit Propriétés Communes des Corps. Il s'agit à préſent de les examiner toutes l'une après l'autre, & de voir ce que nous en ſçavons. Nous traiterons premierement de l'étenduë.

Pl. I. Fig. I. Pl. I. Fig. 2. Pl. I. Fig. 3. Il y a trois ſortes d'*Etenduë*. La premiere eſt longue, comme la ligne A B. La ſeconde eſt longue & large, comme la ſurface C E F D. La troiſiéme eſt longue, large & profonde, comme I G H O M L K. Ces trois ſortes d'Etenduës ſont de différente nature, deſorte que l'une ne peut jamais ſe changer en l'autre. En effet, les Lignes ne ſçauroient jamais faire une Surface, quand même il s'en trouveroit un nombre infini raſſemblées, l'une près de l'autre, ou entaſſées l'une ſur l'autre. La raiſon en eſt, qu'une Ligne n'eſt autre choſe qu'une longueur ſans largeur ni profondeur. Il en eſt de même à l'égard des Surfaces, qui ne ſçauroient jamais faire un Corps, quelque nombreuſes qu'elles ſoient; car une Surface n'a point de hauteur.

Pl. I. Fig. 1. §. 19. Si nous concevons les deux Points A & B, ſéparés l'un de l'autre, nous nous formons une idée de la premiere Etenduë, dès le moment que nous faiſons attention à l'intervalle qui ſe trouve entre ces deux Points.

Pl. I. Fig. 2. Lorſque nous conſidérons les deux Lignes C D & E F, diſtantes l'une de l'autre, nous avons l'idée de l'Etenduë de la ſeconde ſorte.

Fig. 3. Conſidérons enſuite deux Surfaces ſéparées l'une de l'autre, telles que ſont I G H O, & K L M N, avec l'intervalle qui eſt entr'elles, & nous aurons l'idée de la troiſiéme eſpece d'Etenduë.

Il paroît par-là, que pour concevoir ces trois ſortes d'Etenduë, nous ne devons pas établir une Etenduë de la même eſpece, mais qu'il faut en concevoir une autre qui ſoit différente & d'un plus bas ordre. Et de fait,
Fig. 3. pour concevoir l'Etenduë I G H K L M N de la troiſiéme ſorte, nous devons faire attention à l'Etenduë I G H O, & K L M N de la ſeconde ſorte.
Fig. 2. De même, pour concevoir l'Etenduë C D E F de la ſeconde ſorte, il faut que nous conſidérions les Lignes C D & E F, qui indiquent l'Etenduë
Fig. 1. de la premiere ſorte. Enfin, pour concevoir l'Etenduë A B de la premiere ſorte, il eſt beſoin de faire attention au deux Points A & B.

§. 20. Tout ce qui eſt étendu, a une grandeur: car il peut devenir plus grand ou plus petit, ou être contenu.

§. 21. Quelle que ſoit l'Etenduë qu'on ſe repréſente, on peut toujours la concevoir comme compoſée de plus petites Etenduës, & cela juſqu'à l'infini, & par conſéquent toute Etenduë peut être conçuë diviſible juſqu'à l'infini.

Fig. 1. On peut en effet, dans la Ligne A B, entre ſes deux derniers Points A & B, concevoir au milieu un autre Point O, qui coupe A B par le milieu: on peut enſuite concevoir, entre A & O, un autre Point C, lequel coupe la Ligne A O par le milieu; on peut concevoir cela juſqu'à l'infini, ſans que le Point, qui eſt ſitué au milieu, puiſſe jamais toucher aucun des deux derniers Points, parcequ'un Point n'a ni longueur, ni largeur, ni profondeur: Par conſéquent, en ſuppoſant toujours de cette maniere d'autres Points entre les deux derniers, la Ligne A B ſera diviſée en une infinité de petites Lignes: d'où il paroît, qu'une Ligne eſt compoſée d'une infinité de petites Lignes, ſituées l'une près de l'autre.

Ainſi,

Ainſi, ſoit que la Ligne ſoit grande ou petite, ce ne ſera pas quelque choſe de ſimple ; mais un compoſé d'un nombre innombrable de petites Lignes, qui auront toutes enſemble la même forme, & dont chacune, quelque petite qu'on la conçoive, pourra encore être conçuë comme diviſible en une infinité d'autres plus petites Lignes.

Si nous conſidérons cette ſorte de Ligne comme *une*, nous la concevrons comme une *Etenduë continuë :* mais ſi nous venons à la conſidérer comme compoſée de pluſieurs petites Lignes, nous la concevrons alors comme des *Etenduës contiguës.*

De cette maniere, l'Etenduë CDEF eſt diviſible à l'infini ; car ſi nous concevons la Ligne PQ entre CD & DF, cette Surface ſera partagée en deux parties : de-plus on peut auſſi concevoir entre CE & PQ une autre Ligne, & une autre encore entre cette derniere & CE, & ainſi juſqu'à l'infini. La Surface CDEF ſe diviſe donc par-là en une infinité de Surfaces. Fig. 2.

Que l'on conçoive dans le Corps IGHOMLKN, une Surface RS, également large en-haut & en-bas, elle partagera ce Corps en deux parties : on peut encore concevoir une autre Surface entre RS & IH, & une autre encore entre celle-ci & IH : on peut même ſuppoſer une pareille diſpoſition juſqu'à l'infini, ſans que l'on conçoive pour cela que la Surface renfermée dans le milieu puiſſe jamais toucher aucune des deux Surfaces extérieures, parcequ'il n'y a point de profondeur dans une Surface. Ainſi un Corps, conçu de cette maniere, ſe diviſe en une infinité d'autres petits Corps. Fig. 3.

§. 22. Quoique l'on conçoive, quetoute ſorte d'Etenduë eſt compoſée d'autres Etenduës, il ne s'enſuit pas de-là, qu'on doive la définir ainſi : *L'Etenduë eſt, ce qui a ſes parties ſituées les unes hors des autres.* Car qu'eſt-ce qu'une partie ? Ce n'eſt en effet qu'une Etenduë ; & par conſéquent, on ne nous apprend par-là rien autre choſe, que ſi l'on diſoit, qu'*une Etenduë eſt, ce qui a ſes Etenduës diſpoſées l'une hors de l'autre*, ce qui ne ſignifie abſolument rien, & ne nous donne pas une idée plus claire de l'Etenduë. D'autres en donnent une autre définition, & diſent, que c'eſt *un concours de pluſieurs choſes, qui ſont l'une hors de l'autre.* Mais qu'eſt-ce que ces choſes ? Ce n'eſt encore que l'Etenduë même ; car, que l'on diſe tout ce qu'on voudra, il eſt impoſſible, que les choſes qui ne ſont pas étenduës, quelque nombreuſes qu'elles puiſſent être, ſoient jamais capables de faire une Etenduë. Ainſi, cette définition ne nous apprend autre choſe, ſinon, qu'une Etenduë eſt un concours de pluſieurs Etenduës, qui ſont l'une hors de l'autre : ce qui ne ſignifie rien. Il vaut beaucoup mieux reconnoître, qu'il n'y a point de termes capables de la définir, de même que nous ne ſçaurions jamais exprimer par des paroles la plus ſimple de toutes nos penſées. Quoiqu'il en ſoit, il n'y a perſonne qui ne comprenne aſſez clairement, ce que nous entendons par l'Etenduë.

§. 23. Comme la diviſibilité de l'Etenduë à l'infini eſt quelque choſe d'étonnant, quelques Philoſophes n'ont pas voulu recevoir cette opinion, &

& ont entrepris de la combattre. Voici quelles sont les principales raisons qu'ils alléguent. 1°. Parceque l'Infini ne peut être contenu par le Fini, de même qu'un grand Corps ne peut être renfermé dans un plus petit Corps : c'est ainsi que raisonnoit Epicure. 2°. Parceque la plus petite de toutes les grandeurs seroit égale à la plus grande ; puisque chaque grandeur contiendroit en soi tout autant de parties l'une que l'autre ; c'est-à-dire, une infinité de parties. 3°. Parcequ'il est impossible, qu'un Infini soit plus grand qu'un autre Infini.

Mais nous répondons à la premiere de ces Objections : Qu'il est bien vrai, qu'une grandeur infinie ne peut être renfermée dans une grandeur finie, ce que nous ne disons pas non-plus ; puisque nous disons seulement, qu'une grandeur finie peut contenir des parties infiniment petites. En voici un exemple. Décrivons un Cercle, dont le diamétre soit un pouce, c'est-à-dire, une grandeur ; ne pouvons-nous pas y décrire un nombre infini de Points mathématiques ? Ne pouvons-nous pas y tirer un nombre infini de Lignes depuis chacun des Points jusqu'à un autre Point ? N'y aura-t-il donc pas alors un nombre infini de petites Surfaces entre ces Lignes ? Voilà donc trois sortes de choses infinies en nombre, renfermées dans un Cercle fini. De-plus, il n'y a personne qui ne convienne d'abord, que l'Unité est une grandeur finie, quoiqu'elle soit composée, ou qu'elle puisse être faite des Fractions suivantes, qui vont jusqu'à l'infini, comme des $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{64}$ &c. La somme de toutes ces Fractions, qui sont infinies en nombre, ne fait qu'un : car les Mathématiciens démontrent, que dans cette sorte de progression, le second nombre moins le premier, est au premier, comme le dernier nombre moins le premier est à la somme de tous les nombres qui précédent le dernier : Or ce dernier nombre est un, divisé par un nombre infiniment grand ; cette Fraction est égale à o ; c'estpourquoi $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}, \frac{1}{2} :: 0 - \frac{1}{2}, \frac{-\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = 1$

On peut encore démontrer cela d'une autre maniere. Soit une Ligne finie Pl. I. Fig. 1. AB, laquelle étant coupée par le milieu en O, on aura $AO = \frac{1}{2}$. Que l'on coupe encore AO par le milieu en C, & alors AC sera $= \frac{1}{4}$. Que l'on coupe ensuite par le milieu en AC laquelle portion sera $= \frac{1}{8}$. En continuant ces divisions jusqu'à l'infini, & en y ajoutant BO, OC, CA, on aura la Ligne AB, qui est l'Unité, & qui étoit par conséquent égale au nombre infini des portions qui étoient représentées par toutes les Fractions précédentes.

Pl. I. Fig. 24. On pourroit encore confirmer par plusieurs exemples, tirés des Mathématiques, que le fini peut être égal à l'infini. Nous nous contenterons de le faire voir en peu de mots. Soit une Hiperbole BA, entre ses Asimptotes ED, EF, qui s'étendant jusqu'à l'infini, n'arriveront à l'Hiperbole que dans les distances infinies de E : que l'on prenne dans l'Asimptote EF, un point G, tel qu'on voudra, duquel on tire une Ligne GA, parallele à l'autre Asimptote ED, jusqu'à l'Hiperbole ; & qu'on abaisse du point

A la

A la Ligne AD, parallele à EF, alors cet eſpace fini & borné GADE ſera égal à tous les eſpaces que formeront des Lignes, tirées parallelement aux Aſimptotes, juſques à l'Hiperbole ; deſorte qu'on pourra faire des eſpaces, qui auront une longueur infinie, & qui néanmoins ſeront égaux à GADE.

Veut-on avoir à préſent un Corps d'une grandeur infinie, de la même grandeur qu'un Corps fini ; concevons pour cet effet, que l'Aſimptote EF ſoit prolongée juſques à l'infini ; qu'autour d'elle priſe comme axe, on faſſe mouvoir la ſuperficie ou figure EDAMB, par une révolution entiere, il ſe formera un Corps d'une longueur infinie, qui ſera deux fois auſſi grand que le Cilindre dont la hauteur eſt AB, & dont la baſe a pour demi-diamétre DE.

Que l'on nomme $DE = r$, que $PM = y$ ſoit l'Ordonnée, que *pm* ſoit une autre Ligne infiniment proche, que EP ſoit $= x$, donc Pp ſera $= dx$. Que DA ſoit $= a$, & que la circonférence décrite par le point D ſoit $= c$. Il eſt clair, que les Ordonnées PM, *pm* décriront des Surfaces cilindriques paralleles : La grandeur de celle qui eſt décrite par DA ſera $= ac$. Ainſi, pour trouver celle qui eſt décrite par PM, il faut raiſonner ainſi.

$ED \times DA$ $DA \times c :: EP \times PM$, eſt à la Surface que l'on cherche : & par conſéquent $ar, ac :: r, c :: xy, \frac{cxy}{r}$ qui multiplié par $Pp = dx$, donne l'élément du Corps $= \frac{cxy\,dx}{r}$. Maintenant par la nature de l'Hiperbole $xy = ar$, partant $\frac{cxydx}{r} = acdx$, dont l'intégrale eſt acx, qui eſt la grandeur du Corps décrit par EPMBF : mais ſi EP, ou x, augmente, il deviendra enfin égal à ED ou r, deſorte que acx devient $= acr$: & le Corps entier formé par le mouvement circulaire autour de l'axe EF, devient égal à acr, quoiqu'il ſoit infiniment long : ſi l'on veut comparer ce qu'on a trouvé à un Corps fini, que l'on nomme $ED = r$, qui eſt le demi-diamétre, & que la circonférence décrite par le point D ſoit $= c$, la hauteur $AD = a$; alors la Surface du Cercle de la baſe ſera $= \frac{cr}{2}$, qui étant multipliée par a, produit $\frac{acr}{2}$, qui eſt la grandeur du Cilindre : mais cette grandeur eſt la moitié de acr, ainſi ce Cilindre eſt la moitié du corps précédent : Or ce cilindre eſt égal à une partie du corps précédent, car le cilindre ſe forme auſſi lorſqu'on tourne EDAMBF autour de l'axe EF ; par conſéquent le corps formé par le mouvement circulaire de GAMBF, autour de l'axe GF ſera auſſi grand que le cilindre dont la hauteur eſt DA, & dont le demi-diamétre de la baſe eſt ED. On voit donc encore par-là qu'un corps d'une longueur infinie eſt auſſi grand qu'un corps déterminé & fini.

La ſeconde Objection n'eſt appuyée que ſur cette fauſſe ſuppoſition, que

que tout infini eſt également grand, quoiqu'on trouve cependant pluſieurs ſortes d'infinis, dont les uns ſont plus grands que les autres. En effet les progreſſions ſuivantes de nombres, qui vont à l'infini $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16}$ &c. $+ \frac{1}{\infty} = 1$. & $\frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27} + \frac{1}{81}$ &c. $+ \frac{1}{\infty} = \frac{1}{2}$. & $\frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \frac{1}{64} + \frac{1}{256}$ &c. $+ \frac{1}{\infty} = \frac{1}{3}$ ſont égales à 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$. qui ſont de différentes grandeurs. Il y a donc des infinis plus grands les uns que les autres. On ſe ſert de cette marque (∞) pour repréſenter l'infini: On peut même faire de l'infini pluſieurs progreſſions, qui ſeroient toutes fort différentes l'une de l'autre, comme il paroîtra par l'exemple que voici $\div 1.\ \infty.\ \infty^2.\ \infty^3.\ \infty^4.$ &c. ∞^{∞}, celui-ci étant élevé juſqu'à ſon quarré, eſt $\div 1.^2\ \infty^2\ \infty^2{\times}^2.\ \infty^2{\times}^3.\ \infty^2{\times}^4.$ &c. $\infty^{2\infty}$. ou élevé juſqu'à ſon cube, eſt $\div 1^3.\ \infty^3.\ \infty^6.\ \infty^9.\ \infty^{12}.$ &c. $\infty^{3\infty}$. On peut même établir un autre infini, dont la progreſſion va l'infini. $\div 1^{\infty}\ \infty^{\infty}.\ \underline{\infty^{2\infty}}.\ \infty^{3\infty}.$ &c. ∞^{∞^2}, dont le dernier nombre ſera celui-ci $\infty^{\infty^2 \times \infty} = \infty^{\infty^3}$. On peut conſulter ſur cela les *Elémens de la Géométrie de l'Infini*, Ouvrage excellent, compoſé par Mr. Fontenelle, le Fenix de notre ſiécle.

Pour faire encore voir cela autrement, ſoient deux Cercles, dont le diamétre de l'un ſoit double du diamétre de l'autre, de cette maniere le premier Cercle ſera auſſi quadruple du ſecond. On peut marquer dans un petit Cercle un nombre infini de points, on peut par conſéquent marquer quatre fois plus de points dans un Cercle qui ſeroit quatre fois plus grand, deſorte que ce nombre infini de points ſera quadruple du nombre précédent. On peut tirer, dans le plus petit Cercle, une Ligne d'un point à l'autre point, & on aura alors un nombre infini de Lignes; mais dans le grand Cercle ce nombre ſera encore quatre fois plus grand: ce qui confirme de nouveau, que tous les infinis ne ſont pas de même grandeur; mais que l'un eſt plus grand, & infiniment plus grand que l'autre.

Cette ſolution ruine entierement la troiſiéme Objection, qu'un infini ne peut être plus grand qu'un autre infini. Cette difficulté avoit été propoſée par le grand Galilée, (*) qui s'imaginoit, que notre Hypothèſe avoit tiré ſon origine de la maniere dont notre eſprit borné raiſonne ſur l'infini, lui attribuant des propriétés, que nous trouvons dans le fini, où le plus grand & le plus petit ont lieu, ce qui eſt impoſſible dans le fini. Nous ferons pourtant voir d'une maniere claire, que cela a auſſi lieu dans l'infini. Tous les nombres depuis l'unité juſqu'à l'infini, produiſent une quantité infinie: mais chacun de ces nombres peut être multiplié par lui-même, & produire par conſéquent des nombres quarrés, de maniere qu'il y aura autant de nombres quarrés qu'il y a de nombres ſimples: mais tous les nombres, depuis l'unité juſqu'à l'infini, peuvent auſſi marquer des quarrés, puiſqu'il y a en effet des quarrés qui ſont deux fois, trois fois, cinq fois, auſſi grands que d'autres quarrés. Mais ces nombres, 2, 3, 5, 6, 7, 8, &c. qui expriment quelques quarrés, n'ont point de racines:

(*) *Galilæi Méchan. Dialog.* 1.

racines : c'eſt pourquoi, outre les quarrés qui naiſſent des nombres multipliés par eux-mêmes, il y a un nombre infini de quarrés, dont on ne peut exprimer les racines avec les nombres, quoiqu'on le puiſſe faire par des Lignes. Il y a donc plus de quarrés que de racines, quoique ces deux nombres aillent à l'infini ; & par conſéquent il y a des infinis plus grands les uns que les autres.

§. 24. Nous avons vu juſqu'à préſent, que l'Etenduë peut être conçuë comme diviſible à l'infini. Mais voici une Queſtion que l'on fait, qui regarde la Phyſique, & non les Mathématiques, ou l'imagination. On demande : ſi les Corps étendus ont été créés de telle maniere, qu'ils puiſſent être diviſés à l'infini par quelque force que ce ſoit de la Nature, ou par les forces de l'Art : ou bien, ſi ils ſont ſeulement diviſibles juſqu'à une certaine petiteſſe, ſans qu'ils puiſſent être diviſés davantage ; parce que ces petites parties ne ſont pas compoſées d'autres parties, mais de portions ſolides, qui ſont des Unités, & que Dieu a créées de cette maniere ? Pour réſoudre cette Queſtion, il faut avoir recours aux expériences & aux découvertes, ſans faire attention aux idées que nous pouvons nous former de la nature des parties. Nous ne devons pas avoir honte d'avouer ingenuement, qu'il n'y a aucune expérience, qui faſſe voir démonſtrativement, que les Corps ſont compoſés de parties indiviſibles, quoique cela ſoit fort vraiſemblable : auſſi notre deſſein n'eſt-il pas de propoſer ce ſentiment, comme appuyé ſur des raiſons ſans réplique. Voici cependant les raiſons que nous avons à alléguer en faveur de cette opinion.

1°. Lorſque nous conſidérons l'ordre immuable & conſtant de l'Univers, nous remarquons, qu'après la diſſolution des Corps, il en renaît de nouveaux, toujours dans le même tems, & qui tirent leur origine des premiers. Les Plantes viennent de ſemences, jettées dans une terre mêlée de fumier, qui ſe trouve humecté par la pluye, & qui n'eſt compoſé que de plantes diſſoutes par la digeſtion des Animaux. Ces Plantes croiſſent & parviennent à la même hauteur qu'elles avoient il y a mille ans ; elles ſont auſſi de la même groſſeur, & paroiſſent dans le même tems. Or ſi l'on ſuppoſe, que les petites parties, qui nourriſſent & font croître les ſemences, ſont devenuës dix fois plus fines qu'elles n'étoient auparavant ; il faudra aujourd'hui beaucoup plus de tems qu'autrefois, pour l'accroiſſement de ces mêmes Plantes, elles auront même une autre forme, & ſeront d'une conſiſtance différente de celle qu'elles avoient auparavant. Nous rendrons cela plus clair par un exemple. Prenez trois morceaux d'une même piece de Marbre blanc, réduiſez un de ces morceaux en poudre un peu groſſe, le ſecond en poudre plus fine, & le troiſiéme en poudre encore plus fine : mêlez ces trois poudres, chacune ſéparement dans un pot, avec parties égales de Cire fonduë, & lorſque ces trois pots ſeront refroidis vous aurez trois maſſes d'une conſiſtance toute différente l'une de l'autre. La même choſe auroit auſſi lieu à l'égard des Plantes, ſi elles étoient nourries & prenoient leur accroiſſement de particules plus

fines ou plus groſſiéres, qu'elles n'étoient il a pluſieurs ſiécles. Il en ſeroit encore de même à l'égard des Animaux & des Foſſiles; l'expérience n'y répond pas.

2°. De plus on ne remarque pas, qu'il paroiſſe de nouvelles eſpeces de Plantes, d'Animaux, ou d'autres Corps; mais on voit toujours renaître les mêmes eſpeces, & avec les mêmes qualités, qu'elles avoient avant pluſieurs ſiécles. Par conſéquent, les Corps qui ſe diſſolvent, & qui ſervent enſuite de nourriture à d'autres Corps, ne ſe diſſolvent pas à l'infini, mais ſeulement juſqu'à une petiteſſe déterminée; car autrement il faudroit, que de ces petites parties, diviſées à l'infini, il en réſultât un autre ordre de plus groſſes parties, & que de celles-ci il en vînt encore de plus groſſes; de ſorte que nous aurions continuellement de nouvelles eſpeces de Corps, qui recevroient auſſi de nouvelles propriétés.

3°. Les parties de la Lumiere & du Feu, qui ſont les plus petites de toutes celles que nous connoiſſons, peuvent bien diſſoudre les parties des plus grands Corps; mais on n'a pu encore remarquer juſqu'à préſent, qu'elles les ayent réduits, par les effets qu'elles produiſent ſur eux, en de plus petites parties. Aucun Chimiſte a-t-il jamais pu rendre l'Eau pure plus fine qu'elle étoit auparavant? A-t-on jamais pu, après des centaines de diſtilations, de digeſtions, & de mélanges avec toute ſorte de Corps, rendre l'eſprit du Brandevin le plus fin, encore plus ſubtil que l'eſprit de vin éthéré, qui eſt beaucoup plus fin que l'Alcohol? Les plus grands Philoſophes diſent que non.

4°. On a découvert, que le feu le plus violent, & celui qui agit avec plus de force ſur tous les Corps & qui les diviſe, ſoit qu'il ſoit fait par artifice, ou qu'il ſoit composé des rayons du Soleil raſſemblés dans un point par un Miroir ardent; on a remarqué, dis-je, que ce feu n'a pu réduire les Corps que juſqu'à un certain degré de fineſſe, ſans qu'il ait jamais pu les diviſer juſqu'à l'infini. Tenez un morceau d'Or dans le Foyer d'un Miroir ardent, il ſe fondra, il ſe diſſipera en une fumée jaune & épaiſſe, & ſe changera en partie en Verre de couleur de pourpre: mais cette fumée eſt viſible, ſes parties ſont groſſiéres, & le Verre reſte immuable. Il en eſt auſſi de même à l'égard de tous les autres Corps. Monſieur Homberg, fameux Chimiſte, ayant mis quelques eſprits acides de Sels dans des Verres, où il les tenoit bien renfermés, & les y ayant conſervés pluſieurs années de ſuite dans une digeſtion continuelle, il trouva dans la ſuite, que le feu n'avoit pas eu la force de les changer en aucune maniere; de ſorte qu'il faut néceſſairement que ces eſprits ſoient composés de parties fort ſolides & indiſſolubles, puiſqu'autrement ils n'auroient pas manqué d'être changés par le feu, comme il arriva à l'égard du Vinaigre, après qu'il eut été digeré pendant quatre ans. (*)

5°. Si l'on frotte les Corps l'un contre l'autre & ſi on les écure, on peut bien en détacher de groſſes parties; mais on a beau continuer de les frotter

(*) Du Hamel, *Hiſtor. Academ. Reg.* pag. 497, 498.

frotter pendant long-tems, ces parties emportées seront toujours renduës visibles à l'aide du Microscope. Cela paroît sur-tout, lorsqu'on brise les Couleurs sur le Porphire, & qu'on les considére ensuite avec un Microscope.

Ainsi, toutes ces divisions, & ces séparations, qui se font dans les grands Corps, ne font que partager les petites parties, qui sont des Unités; mais elles ne les brisent pas, & ne les réduisent point en d'autres particules plus fines. Si l'expérience pouvoit faire voir que cela fût jamais arrivé, on auroit lieu de conclure, que les Corps peuvent être en effet divisés jusqu'à l'infini.

Il faut bien distinguer dans cette Question ce qui est idéal d'avec la chose même; car ce qui est idéal consiste en ceci: Que nous pouvons remarquer dans une petite partie, quelque petite qu'elle soit, le dessus & le dessous, sa partie antérieure & la postérieure, & par conséquent ce qui est composé de parties. Mais à l'égard de la chose en elle-même, nous entreprenons de faire voir, qu'il y a des Corps, qui sont des Unités, lesquelles ne sont pas composées d'autres plus petits Corps mis en pile les uns sur les autres; mais qu'ils ont été créés avec la même grandeur, que nous leur remarquons à présent, & que par conséquent ils ne peuvent être divisés par aucune force de la Nature même. On donne à ces unités le nom d'Atômes. C'est un Principe enseigné autrefois par Moschus le Phénicien, & adopté ensuite par Démocrite, Leucippe, Epicure, Lucrece, Gassendi, Newton, Boerhaven, Desaguliers, & par plusieurs autres sçavans Hommes, qui se sont beaucoup plus appliqués à ce que la Physique avoit de réel, qu'à une Science purement spéculative.

§. 25. On ne doit donc pas compter, dans la Physique réelle, la Divisibilité parmi les propriétés communes des Corps, puisqu'elle n'a lieu que dans les grands Corps, & point du tout dans les plus petits.

§. 26. Quoique les Corps ne puissent être divisés jusqu'à l'infini, ils peuvent pourtant l'être jusqu'à une petitesse fort étonnante. Nous allons le faire voir par quelques exemples.

1°. Un fil de Soye, tel qu'est celui que font les Vers à Soye, pese un grain, & a 360 pieds de longueur: On peut partager le Pouce Rhenan en 600 parties, qui sont toutes visibles sans le secours d'aucun instrument: de cette maniere chaque partie sera de la grosseur d'un cheveu fin d'un Enfant, que l'on peut appercevoir sans peine; & par conséquent le fil de Soie en question sera divisible en 648000 parties visibles.

2°. L'Or est un Métal, dont on peut former, en le tirant, des fils fort longs & fort fins. On dit qu'à Ausbourg, un habile tireur d'Or fit un fil de ce Métal, qui avoit 500 pieds de long, & qui pesoit un grain: on auroit pu par conséquent le diviser encore en 3600000 parties visibles.

3°. On se sert tous les jours, pour dorer plusieurs sortes de choses, de feuilles d'Or fort déliées, lesquelles étant battuës peuvent être renduës extrêmement minces. Monsieur Boyle nous apprend à ce sujet, qu'une feuille d'Or qui auroit 50 pouces quarrés, ne seroit que de la pesanteur

d'un grain : par conſéquent chaque pouce quarré ne doit peſer que la $\frac{1}{50}$ partie d'un grain : Un pouce cubique d'Or peſe $12\frac{1}{2}$ Onces, ou 6000 grains : Si donc 6000 grains font la hauteur ou l'épaiſſeur d'un pouce, la $\frac{1}{50}$ partie d'un grain fera la $\frac{1}{300000}$ partie d'un pouce : car ſelon la Régle de Trois 6000, 1 : : $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{300000}$ Ainſi 300000 de ces petites feuilles entaſſées les unes ſur les autres feront l'épaiſſeur d'un pouce : d'où il paroît encore combien cet Or peut devenir mince par l'éloignement qui ſe fait des parties ſous les coups de marteau. Nous pourrions encore ajouter ici une autre remarque touchant ces mêmes feuilles d'Or. Supposons que l'on puiſſe diviſer la longueur d'un pouce en 600 parties viſibles, ce qui eſt effectivement vrai ; on pourroit donc diviſer une feuille, d'un pouce quarré, en 600 petits fils viſibles, & chacun de ces petits fils en 600 parties viſibles, qui ſeroient par conſéquent quarrées : d'où il ſuit que chaque pouce quarré eſt diviſible en 360000 ; cinquante pouces ſemblables ont la peſanteur d'un grain, ainſi un grain d'Or pourra être diviſé en 18000000 parties viſibles.

4°. Monſieur Boyle a diſſout un grain de Cuivre rouge dans de l'eſprit de Sel Ammoniac, & l'ayant enſuite mêlé avec de l'eau nette, qui peſoit 28534 grains, ce ſeul grain de Cuivre teignit en bleu toute l'eau dans laquelle il avoit été jetté ; cette eau ayant été meſurée faiſoit 105, 57 pouces cubiques : on peut bien ſuppoſer, ſans craindre de ſe tromper, qu'il y avoit dans chaque partie viſible de l'eau une petite partie de Cuivre fondu : il y a 216000000 particules viſibles dans un pouce cubique : par conſéquent un ſeul grain de Cuivre doit avoir été diviſé en 22788000000 petites parties viſibles.

5°. Le fameux Leeuwenhoek a remarqué dans de l'eau, où l'on avoit jetté du Poivre, trois ſortes de petits Animaux qui y nageoient : que l'on mette le diamêtre de la plus petite ſorte de ces Animalcules pour l'Unité : le diamêtre de ceux de la ſeconde ſorte étoit donc dix fois auſſi grand, & celui de la troiſiéme eſpece devoit être cinquante fois plus grand : le diamêtre d'un grain de Sable commun étoit mille fois auſſi grand, & par conſéquent la grandeur du plus petit de ces Animalcules, mis en paralléle avec un grain de Sable, étoit comme les cubes des diamêtres 1 & 1000, c'eſt-à-dire, comme 1 à 1000000000. On voit avec plaiſir ces petits Animaux, lorſqu'ils nagent dans l'eau. Ajoûtez encore à ce que nous venons de dire, que ces petits Animaux ont un Corps qui peut ſe mouvoir, que ce Corps eſt compoſé de muſcles, de vaiſſeaux ſanguins, de nerfs, & autres parties : Or ne doit-il pas y avoir une énorme différence entre le volume de ces vaiſſeaux ſanguins, & celui de tout leur corps ? Quelle ne doit pas être la petiteſſe des globules de ſang, qui circulent continuellement dans ces vaiſſeaux ? De quelle petiteſſe ne ſont pas auſſi les Oeufs de ces Animalcules, ou leurs Petits lorſqu'ils ne ſont que de naître, leurs vaiſſeaux, & les humeurs qui y ſont renfermées ? Nous ne ſçaurions penſer à toutes ces choſes qu'avec la derniere ſurpriſe & le plus grand étonnement ; & nous ne

ne pouvons aſſez admirer la ſageſſe & la puiſſance de celui, qui a donné l'éxiſtence à tous ces petits animaux.

On peut voir un plus grand nombre d'éxemples de la petiteſſe des parties, dans les *Contemplations du Monde* de Monſieur Nieuwentyt.

§. 27. Plus on diviſe les Corps en petites parties, plus leurs ſurfaces augmentent par rapport à leur maſſe ou à leur ſolidité; puiſque les ſurfaces de deux Corps ſemblables ſont en raiſon réciproque de leurs côtés homologues.

On n'aura pas de peine à comprendre cela, ſi l'on ſuppoſe deux cubes, dont l'un, que je nomme A, ſoit de huit pouces cubiques, & l'autre B, d'un pouce: chaque côté du cube A, a une ſurface de quatre pouces quarrés, & comme ce cube a 6 côtés ſemblables, toutes les ſurfaces priſes enſemble font 24 pouces; mais les 6 ſurfaces du cube B ne font que 6 pouces quarrés, qui étant pris 8 fois parceque le cube B eſt huit fois plus petit que A, produiront 48 pouces quarrés: ainſi le rapport des ſurfaces de A eſt à ſa ſolidité, comme $\frac{24}{8}$ & celui des ſurfaces de B comme $\frac{48}{8}$, Ces nombres ſont l'un à l'autre comme 1 à 2; mais le côté de A eſt à celui de B, comme 2 à 1. Par conſéquent les ſurfaces de ces cubes ſont, par rapport à leur maſſe ou ſolidité, en raiſon réciproque de leurs côtés homologues.

Si donc on diviſe les côtés d'un Corps ſuivant une progreſſion donnée, la diminution des ſurfaces ſera dans la même progreſſion; & le nombre des petits Corps, produit par la diviſion, ſera, ſuivant une autre progreſſion, dont les termes ſont comme les cubes des termes réunis dans la progreſſion donnée: de ſorte que ſi la diviſion alloit à l'infini, on auroit une ſurface d'une grandeur infinie, & le nombre des petits Corps ſeroit un infini du troiſiéme ordre.

Lors donc qu'on a donné le nombre des parties, dans leſquelles un Corps a été diviſé, la racine cubique de ce nombre exprimera combien de fois la ſurface aura été augmentée. Si un pouce cubique eſt diviſé en 10000 000 000 parties, la racine cubique ſera d'environ 2154, de ſorte que la ſurface de ce pouce cubique diviſé eſt 2154 fois plus grande qu'elle n'étoit, & devient par conſéquent de $89\frac{1}{4}$ pieds quarrés. (*)

§. 28. Tous les Corps, qui nous ſont connus, ont une grandeur déterminée. Les bornes des Corps ſont les ſurfaces qui les environnent, & qui différent en grandeur, en nombre, en figure, & en ordre. Ces ſurfaces forment la figure du Corps, & font par conſéquent, par leur différence infinie, que les figures des Corps différent les unes des autres en une infinité de manieres.

§. 29. Tous les Corps, tant les grands que les petits, ont leur figure. Les plus petites parties indiviſibles ont une figure qui dure toujours, & qui ne change jamais; mais les grands Corps acquiérent ſouvent une

 autre

(*) *Hiſtoire de l'Acad. Roy.* An. 1728.

autre figure, lorsqu'ils se rompent & se divisent en parties. Les plus petits Corps changent aussi de figure, lorsque plusieurs d'entr'eux se joignent les uns aux autres pour n'en former qu'un seul. Voilà ce qu'on nomme la *Figurabilité* des Corps.

§. 30. *L'Impénétrabilité* est cette Propriété Commune, qui empêche qu'un Corps puisse être en même tems dans un même lieu avec un autre Corps. Nous avons une idée de cette Propriété, lorsque nous comprimons un Corps avec le nôtre, ou seulement avec la main; car alors on remarque une résistance infinie contre la cause comprimante. Si nous n'eussions jamais comprimé aucun Corps, quand même nous aurions vu son étenduë, il nous eût été impossible de former aucune idée de cette Impénétrabilité. En effet, on ne se fait d'autre idée d'un Corps, lorsqu'on le voit, sinon qu'il est étendu : de la même maniere que, lorsqu'on se trouve devant un Miroir ardent de figure sphérique & concave, on apperçoit entre le Miroir & son Oeil d'autres objets representés dans l'air, lesquels personne ne pourroit jamais distinguer des Corps solides & véritables, si l'on ne cherchoit à les toucher avec la main, & si l'on ne découvroit ensuite que ce ne sont que du Vuide & des Images. Si un Homme n'eût vu pendant toute sa vie que de pareils Fantômes, & qu'il n'eût jamais senti aucun Corps, il auroit bien pu avoir une idée de l'Etenduë, mais il n'en auroit eu aucune de l'impénétrabilité.

§. 31. Cette Impénétrabilité n'est pas une suite de l'Etenduë, comme quelques Philosophes ont voulu le soutenir, fondés sur le raisonnement suivant. Par-tout où il y a une Etenduë d'un Pied-cube, il ne peut y avoir aucune autre Etenduë d'un second Pied-cube, à moins que le premier Pied-cube ne soit anéanti : par conséquent l'Etenduë résiste à l'Etenduë avec une résistance infinie, ce qui marque qu'elle est impénétrable. Ces Sçavans raisonnent, sans doute, ou suivant leur imaginagiuation, ou suivant leur expérience. Si ils ne raisonnent que suivant leur imagination, nous leur opposons que les Mathématiciens ont coutume de concevoir l'Etenduë comme pénétrable, car dans un Cube ils conçoivent une Sphère, & dans cette Sphère un Cone ou un autre Cube, ou quelqu'autre étenduë corporelle; de sorte qu'il ne répugne en aucune maniere, de concevoir l'Etenduë pénétrable & deux Pieds-cubes dans eux-mêmes, sans que pour cela on perde l'idée du premier Pied-cube. Si l'on raisonne suivant l'expérience, je me servirai aussi des mêmes armes. Les Images étenduës, qui paroissent devant le miroir ardent, ne sont-elles pas pénétrables? Elles ne représentent certainement autre chose que les surfaces étenduës des Corps, comme celle d'une Boëte ou d'un Cabinet. Ne peut-on pas renfermer aucun autre Corps étendu dans une Boëte ou un Cabinet qui est creux & vuide, sans que pour cela l'étenduë de la Boëte ou du Cabinet fût anéantie? Je pense qu'il n'y a personne qui ne sçache cela, & qui ne puisse le comprendre aisément. On me demandera d'abord pourquoi les autres Sçavans n'ont pas aussi compris la même chose. Par cette seule raison qu'ils ont voulu établir dans l'Etenduë

l'Etenduë la Nature du Corps, & que l'impénétrabilité fût une ſuite de l'Etenduë. On voit par là qu'une ſeule erreur commiſe par ces Sçavans les a fait tomber dans un grand nombre d'autres.

§. 32. Tous les Corps ſont impénétrables. Il n'y aucun doute ſur cet article à l'égard des Corps ſolides ; car il n'y a perſonne qui n'en ait fait l'expérience en preſſant quelque Métal, quelque Pierre, du Verre ou du Bois. Quant aux liquides, on n'en ſeroit peut-être pas ſi-tôt convaincu, ſi l'on n'avoit des preuves qui le démontrent. Je ferai voir dans le Chapitre XXV. que l'Eau, renfermée dans une boule de Métal, ne peut être comprimée par quelque force que ce ſoit. La même choſe eſt vraie encore à l'égard du Mercure, des Huiles, & des Eſprits. Pour ce qui eſt de l'Air renfermé dans une Pompe, il peut en quelque ſorte être comprimé lorſqu'on pouſſe le piſton en-bas ; mais quelque grande que ſoit la force qu'on employe pour enfoncer le piſton dans la pompe, on ne pourra jamais lui faire toucher le fond. En effet, dès que l'Air ſe trouve fortement comprimé, il fait autant de réſiſtance qu'en pourroit faire une pierre: Comme l'Air, dans ſon étenduë, contient beaucoup de vuide, & peu de matiere ſolide, il peut être un peu comprimé dans le commencement ; cette preſſion pouſſant les parties ſolides, dans les cavités vuides qui ſe trouvent entre les parties, juſqu'à ce qu'enfin toutes les parties ſolides ſe touchent l'une l'autre, & qu'il n'y ait plus moyen de les comprimer davantage, quelque grande que ſoit la violence qu'on employe pour cela. La même choſe a auſſi lieu en quelque maniere dans les Corps ſolides, puiſqu'il n'y a aucun grand Corps qui ſoit uniquement compoſé de parties ſolides : ſi cela étoit, il n'y auroit jamais moyen de comprimer ces Corps, quelque effort que l'on pût faire.

§. 33. Nous pouvons donc conclure avec certitude de tout ce que nous venons d'expoſer, qu'un petit Corps indiviſible eſt étendu, impénétrable, qu'il eſt une Unité, & également impénétrable de tous côtés ; car l'impénétrabilité n'a point de degrés de plus ou de moins.

§. 34. Tous les petits Corps indiviſibles ont auſſi les huit Propriétés communes, dont nous avons parlé au §. 14. Nous pouvons donc à préſent faire un plus grand nombre de Queſtions au ſujet de ces Corps, ou des plus petites & des dernieres de toutes les parties. Voici ſur-tout les principales Queſtions que nous avons à faire ſur cette matiere. 1°. Ces petits Corps indiviſibles ſont-ils tous de la même grandeur, ou de grandeur différente ? 2°. Ont-ils une ſeule & même figure, ou différent-ils à cet égard ? 3°. Se reſſemblent-ils, ou ne ſe reſſemblent-ils pas ? 4°. Quelle eſt leur grandeur ? Nous ne pouvons ſatisfaire à aucune de ces demandes : nous ne ſçavons rien de ce qui en eſt à cet égard. Ces petits Corps indiviſibles ſont ſi fins, qu'il n'eſt pas poſſible de les appercevoir, même à l'aide des Microcoſpes, que l'on a inventés juſqu'à préſent. Les Hommes n'auront non plus jamais aucune connoiſſance de ces petites parties de la Lumiere, puiſqu'elles ſont beaucoup plus fines que les nerfs de nos

yeux.

yeux. Nous ne devons donc ajoûter aucune foi à ces Sçavans, qui voudroient nous en faire accroire, & qui n'ont autre chose à nous débiter sur tout cela que les idées creuses de leur cerveau. La saine raison ne nous permet pas de rien conclure de certain touchant les points qui viennent d'être proposés.

La grandeur & la figure de ces petits Corps dépendent de la volonté du Créateur, qui a réglé selon son bon plaisir, qu'ils seroient ainsi, & pas autrement. C'est donc envain que les Hommes recherchent pourquoi ces petits Corps ont telle grandeur & pas une autre, & pourquoi ils ont une figure plutôt qu'une autre. Ils doivent avoir une certaine grandeur & une certaine figure, le Créateur leur en a donné une selon sa grande sagesse, & c'est cette figure seule qui est la meilleure de toutes: cela doit nous suffire; nous ne pouvons pénétrer plus avant dans les secrets de Dieu; vouloir en sçavoir davantage, c'est être plus que fol & abuser de la Téléologie.

Peut-être que les dernieres parties indivisibles n'ont aucune ressemblance entr'elles, cela pourroit être: il semble cependant qu'il y en a quelques-unes qui se ressemblent, comme sont celles qui forment la Lumiere: car lorsqu'on fait entrer un rayon du Soleil dans une Chambre à travers un Prisme, en sorte que ce rayon se partage en ses couleurs, nous avons beau considérer pendant quelque tems avec la derniere attention un de ces rayons colorés, il ne nous sera jamais possible d'y remarquer la moindre différence ni dans sa couleur, ni dans sa clarté; c'est pourquoi nous devons conclure, que tous ces petits Corps lumineux affectent nos yeux de la même maniere, & par conséquent qu'ils sont tous semblables les uns aux autres. En effet, si ces petits Corps ne se ressembloient pas, & si ils étoient composés de particules de grandeur & de figure différentes, nos yeux en seroient aussi continuellement affectés d'une maniére différente. Supposez, par éxemple, que les uns soient composés de globules, & qu'ils fassent impression sur nous; qu'il en vienne ensuite d'autres, qui soient faits en maniere de cubes; que d'autres encore ayent la figure de cones, & enfin qu'il y en ait d'autres qui soient faits comme les Lancettes de Chirurgien; n'est-il pas vrai, que tous ces petits Corps différens venant à pénétrer dans l'Oeil, & à opérer sur le nerf optique, y produiront des effets bien différens? Il ne faut pas en douter. Mais puisqu'on ne remarque rien de tel, & qu'on observe au contraire qu'il n'y a aucune différence dans l'effet qu'ils produisent, ne vaut-il pas beaucoup mieux conclure, que la figure de tous ces petits Corps est la même: ce seroit du moins sans raison & sans aucun fondement, que d'autres entreprendroient de conclure le contraire.

Je ne vois non-plus aucune raison de croire, que les plus petites de toutes les parties doivent être de grandeur différente. En effet, quoique les grands Corps soient faits de toutes sortes de figure, de grandeur & d'épaisseur, il n'est pas besoin pour cela, que les plus petites parties dont ils sont composés ayent aussi entr'elles ces qualités différentes; il est seulement

ment

ment néceſſaire, qu'elles ſoient diſpoſées & arrangées de diverſes manieres, pour que les grands Corps puiſſent recevoir par-là toutes ſortes de figure, de grandeur, & d'épaiſſeur, comme je le ferai voir plus au long dans la ſuite. De plus, la ſageſſe de Dieu eſt parfaite, ainſi il ne fait rien d'inutile. Il étoit inutile de donner aux plus petits de tous les Corps une figure différente, tandis qu'ils pouvoient ſe reſſembler à cet égard, & que d'ailleurs cette reſſemblance n'empêchoit pas que les grands Corps ne puſſent recevoir & être faits de toutes ſortes de figures imaginables. Ce ſeroit donner à connoitre que la pénétration de Dieu eſt imparfaite, ce qui ne peut être à l'égard de ce ſouverain Etre, que de créer du ſuperflu dans ce qui pouvoit être fort ſimple, & qui pouvoit ſuffire pour parvenir aux fins qu'il s'étoit propoſées. D'un autre côté, ſi toutes les parties indiviſibles étoient d'une figure différente, il ſeroit preſque impoſſible que l'on pût en former deux Corps d'une certaine grandeur, qui auroient eu la même figure, ce qui ne laiſſe pourtant pas d'arriver. On peut voir à ce ſujet ce que je démontrerai dans la ſuite au §. 46.

§. 35. Je vais à préſent entreprendre de donner une idée claire de la maniere dont les grands Corps ſont faits, & je ferai voir en même-tems comment ils ſe forment encore tous les jours de ces petites parties indiviſibles, & non de ces fantômes d'imagination, mais comme nous l'apprenons par les découvertes que nous faiſons à l'aide des Microſcopes autant que la choſe eſt poſſible, & encore par d'autres expériences. Les grands Corps doivent leur origine à divers autres petits Corps indiviſibles, qui ſe joignent & s'uniſſent les uns aux autres. Cette union ou aſſemblage peut arriver, ou parceque ces Corſpucules viennent à ſe toucher éxactement l'un l'autre par celles de leurs ſurfaces, qui ſont oppoſées l'une à l'autre, comme cela paroit en A: & de cette maniere ils doivent former une maſſe ſolide, ſans qu'il reſte aucun vuide entr'eux. Pl. I. Fig. 4.

§. 36. Ou bien ces Corpuſcules indiviſibles peuvent être de telle figure, ou être entaſſés les uns ſur les autres de telle maniere, qu'ils ſe touchent ſeulement légérement en peu d'endroits, & laiſſent ainſi des vuides entr'eux. Ces vuides ſont des étenduës ſans corps, & on leur donne communément le nom de *Pores.* Nous nous ſervirons dans la ſuite de ce terme, comme étant le plus clair que l'on puiſſe employer.

Par conſéquent, une maſſe compoſée de ces parties indiviſibles, ſituées de cette maniere les unes à l'égard des autres, comme B, eſt un *Corps Poreux.* Pl. I. Fig. 5.

§. 37. Moins il y a de cette étenduë poreuſe dans une maſſe, plus cette maſſe ſera *denſe:* au contraire, plus elle eſt poreuſe, plus auſſi elle ſera *rare.*

§. 38. Tous les Corps, qui ſont parvenus juſqu'à préſent à notre connoiſſance, & qui ſont de telle grandeur que nous puiſſions les manier, tant les Corps des Animaux, que ceux des Végétaux ou des Foſſiles, tous ces Corps, dis-je, ſe trouvent avoir des pores.

1°. Les Microſcopes nous feront voir cela d'une maniere évidente.

Que l'on mette un morceau de feuille d'Or bien mince & bien battu ſur un Verre ou plaque de Verre de Moſcovie, ſur laquelle on a coutume d'expoſer les objets : ce morceau étant conſidéré à l'oppoſite de la lumiere à l'aide d'un Microſcope, qui groſſiſſe beaucoup les objets, on remarquera qu'il eſt rempli d'un grand nombre de pores. On peut découvrir la même choſe dans l'Argent, dans le Cuivre, dans le Plomb, & dans l'Etaim réduits en lames fort minces.

On peut encore remarquer plus facilement ces pores dans toute ſorte de bois & dans les Végétaux, & voir en même tems la grande différence qui ſe trouve entr'eux. Si l'on coupe de quelque Plante que ce ſoit, avec un Raſoir bien tranchant, un éclat bien fin & encore plus mince que du papier, & cela en différens ſens, en long, de biais, ou en travers; ſoit de l'écorce extérieure ou du dedans; ce qu'on peut faire ſur les racines, ſur les oignons, ſur les troncs, ſur les tiges, ſur les branches, ſur les fruits, ou ſur quelque autre partie; cet éclat poſé ſur un Verre de Moſcovie, & examiné à l'aide d'un Microſcope, ne pourra être apperçu ſans étonnement & ſans cauſer beaucoup de plaiſir. Les peaux des Corps des Animaux ont auſſi un grand nombre de pores, mais qui ſont beaucoup plus petits que ceux des Végétaux.

2°. Nous ſommes encore fondés ſur d'autres preuves à conclure, que les autres Corps ont auſſi des pores. Tout ce qui entre uniquement dans la compoſition d'un Corps eſt impénétrable; par conſéquent, ſi nous remarquons, que de gros Corps ſoient pénétrés par d'autres Corps beaucoup plus ſubtiles, il faut néceſſairement que ces derniers s'y inſinuent à travers les pores. La Lumiere eſt un Corps, elle pénétre & s'inſinue dans tous les autres Corps minces; car il n'y a aucun éclat de quelque Corps que ce ſoit, d'entre ceux que nous connoiſſons juſqu'à préſent, qui n'aît paru tranſparent, en le conſidérant à l'aide du Microſcope. Nous ſommes nous-mêmes tranſparans. Pour vous en convaincre, rendez une Chambre entierement obſcure, faites un petit trou, de la grandeur d'un pois, à la fenêtre, de maniere que le Soleil puiſſe y entrer, tenez contre ce petit trou votre doigt qui paroitra auſſi tranſparent que de la corne, ſur-tout à l'endroit où l'on voit les ongles : ſi cette recherche vous paroit trop gênante, joignez ſeulement les doigts de votre main les uns contre les autres, & regardez les le ſoir à la lumiere de la Chandelle, & vous les trouverez alors en quelque maniere tranſparans à chaque côté de leur jonction. La Lumiere, qui pénétre à travers ces Corps, eſt par conſéquent une preuve qu'ils ont des pores. Le Feu démontre auſſi la même choſe. En effet, y a-t-il aucun Corps, ſoit ſolide, ou liquide, qui ne devienne chaud par le moyen du Feu? Cet Elément s'inſinuë donc dans les Corps, & il y pénétre à travers leurs pores.

3°. Pour faire voir que pluſieurs Corps ont des pores, il n'eſt pas beſoin de recourir à des particules ſi ſubtiles, des liquides plus groſſiers peuvent auſſi produire le même effet. Le Mercure pénétre dans l'Or, dans l'Argent, dans le Cuivre rouge, dans le Cuivre jaune, dans l'Etaim, & dans le Plomb,

de la même maniere que l'Eau entre dans une éponge. On a auſſi découvert, que l'Eau renfermée dans une boule d'Argent, d'Etaim, ou de Plomb, peut en entrant dans les pores la pénétrer, & traverſer juſques ſur la ſurface externe du métal, où elle ſe raſſemble comme une roſée. L'eau pénétre à travers toutes les membranes du Corps animal; car ſi on les met tremper dans l'eau, lorſqu'elles ſont ſeches & dures, elles y deviendront molaſſes & humides. L'Eau s'inſinuë dans les Plantes, ſoit qu'elles ſoient vertes ou ſeches, & par conſéquent dans toute ſorte de bois; car elle leur ſert de nourriture, ou dumoins elle la leur porte avec elle. L'Eau entre dans le Sable, dans pluſieurs poudres, dans le Sucre & dans les Sels. Les Huiles pénétrent dans le ſoufre. Veut-on ſçavoir encore jusqu'à quel point pluſieurs pierres ſont poreuſes, & combien de ſortes de liquides peuvent s'inſinuer dans leurs pores? Qu'on faſſe ſeulement attention à ces pierres communes par leſquelles on paſſe l'eau, & que l'on remplit d'eau après les avoir creuſées, on verra qu'elles donnent paſſage à l'eau qui s'y filtre inſenſiblement & qui en découle. Mais, dira-t-on, cette pierre eſt tendre, la même choſe pourroit-elle avoir auſſi lieu dans les pierres dures & ſolides, comme dans le Marbre & autres pierres ſemblables? N'en doutez pas. On remarque tous les jours en Hollande, que lorſqu'on met un pavé de Marbre blanc ſur du ſable humide, où il y a des coupeaux de bois de Chêne ou quelque clou de fer rouillé; la teinture du bois ou la rouille du fer, venant à être détachée par l'humidité du ſable, parvient juſqu'au Marbre dans lequel elle pénétre & qu'elle traverſe juſques à la partie ſupérieure, où elle fait une tache ineffaçable. Le ſçavant Monſieur du Fay a fait voir, de quelle maniere on pouvoit avoir du Marbre blanc rempli de flammes de toutes ſortes de couleurs, en lui donnant une teinture avec diverſes peintures fonduës, qui s'inſinuent dans les pores du Marbre; telle eſt l'eſſence du Thim, mélée avec l'eſprit de Sel Ammoniac; le Sang de Dragon, ou la Gomme-gutte diſſoute dans du Brandevin; le Tourne-ſol fondu dans du jus de Citron, ou autres choſes de cette nature. L'Huile pénétre dans pluſieurs pierres bleuës, & y fait des taches ineffaçables. On a même trouvé moyen de faire pénétrer pluſieurs ſortes de liquides dans l'Agathe, qui eſt une pierre fort dure; & c'eſt-à l'aide de ces liquides pénétrans qu'on embellit cette pierre de petites plantes, de buiſſons, & de toutes ſortes de figures qui paroiſſent en dedans, & qui n'y étoient pas auparavant. On a de pareilles Agathes, auſquelles on a donné le nom de *Dendrites*, à cauſe des figures de petites plantes qui ſe voyent en dedans. On a auſſi découvert, que l'Eau forte, & l'humidité qui eſt dans l'air, peuvent s'inſinuer dans les pores de cette pierre, & qu'elles ont la force d'emporter toutes les couleurs des petites plantes qui y paroiſſent. (a)

Nous voyons donc par-là que les Corps ſolides ſont poreux. Mais en eſt-

(a) *Hiſt. de l'Acad. Roy. des Sciences.* An. 1728., 1732.

eſt-il de même à l'égard des liquides ? Peuvent-ils auſſi ſe pénétrer mutuellement, de la même maniere que l'Eau s'inſinuë dans le ſable ? Chacun d'eux meſuré ſéparément occupe une plus grande étenduë, que lorſqu'on les a mêlés enſemble, & qu'ils ont pénétré l'un dans l'autre : car ſi l'on prend deux pouces cubiques de ſable & un pouce d'eau, on n'aura pas trois pouces d'étenduë, mais largement deux, après que l'eau aura été repanduë ſur le ſable & qu'elle y ſera entrée : (b) la raiſon en eſt que l'eau remplit les pores, qui ſe trouvent entre les grains de ſable, ſans écarter pour cela beaucoup les parties ſolides. L'examen qu'on a fait des liquides, a fait croire, qu'ils ne pouvoient avoir des pores, à cauſe de leur ſurface liſſe & unie, & que par conſéquent un liquide ne ſçauroit jamais pénétrer dans un autre ; mais il eſt bien différent de croire ſeulement une choſe, ou d'en faire la recherche. Monſieur de Réaumur (c) ayant verſé dans un tuyau de verre deux parties d'eau, & par-deſſus une partie de Brandevin, remarqua d'abord juſqu'à quelle hauteur la ſurface ſupérieure du Brandevin montoit ; enſuite ſécouant le tout enſemble juſqu'à ce que le Brandevin fût bien mêlé avec l'eau, il trouva, que ces deux liquides occupoient dans le tuyau moins de place qu'auparavant, & même que pour remplir le tuyau à la même hauteur, il falloit y ajouter de nouveau une $\frac{1}{20}$ partie de Brandevin : une plus grande quantité d'eau jointe au Brandevin n'empêche pas que le mêlange ne ſe faſſe également ; mais une plus grande quantité de Brandevin mêlée avec l'eau eſt cauſe que la diminution eſt moindre. On connoit encore d'autres liquides qui ſe pénétrent mutuellement. Verſez dans un tuyau de Verre de l'Huile de Vitriol, juſqu'à la hauteur de trois pouces, verſez enſuite par-deſſus trois pouces d'eau, & il ſe fera alors une ébullition : bouchez le tuyau ſur ces entrefaites, & dès que ces deux liquides ne ſeront plus en mouvement, on trouvera que ce tuyau n'eſt pas rempli juſqu'à la hauteur de ſix pouces : ſi l'on joint à dix parties d'Huile de Vitriol 40 parties d'eau, la diminution ſera de deux parties. Voila donc l'eau qui s'inſinuë en quelque maniere dans les pores de l'Huile de Vitriol. Cette expérience a été faite pour la premiere fois par Rob. Hook, enſuite par Haukſbee, & vient d'être renouvellée (†) par Meſſieurs de Réaumur & Petit. Ce dernier faiſant attention à la peſanteur ſpécifique, la trouva plus grande d'un $\frac{1}{14}$ dans le mêlange, qu'elle n'étoit dans l'Huile de Vitriol & l'Eau concuës ſimplement comme verſées l'une ſur l'autre. Il remarqua auſſi une pareille diminution de grandeur, en verſant de l'eau ſur de l'eſprit de Nitre, ou de Sel marin, ou ſur une Leſſive de Tartre. Monſieur de Réaumur pouſſant ſes recherches plus loin ſur cette matiere, trouva que du bon Vinaigre verſé ſur une égale quantité de Soude fonduë dans de l'eau, diminuoit auſſi un peu de volume après l'ébullition. Le Vinaigre diſtilé, verſé ſur le Sel de Tartre fondu dans de l'eau, produiſoit auſſi une diminution. Quelques Sçavans, ſans

(b) *Ibid.* An. 1733.
(c) *Ibid.*
(†) *Ibid.*

ſans faire aſſez d'attention aux pores des liquides, ont voulu conclure de ces Obſervations, que les Corps n'étoient pas impénétrables; mais leur tranſparence, & leur peu de peſanteur, font voir clairement qu'ils ſont poreux.

§. 39. La grandeur, la multitude, & les figures des pores des Corps ſont d'une grande diverſité, & il eſt impoſſible d'en donner la deſcription, comme il paroît clairement, lorſqu'on conſidére & qu'on examine ces Corps à l'aide du Microſpe. Celui qui n'a ni l'occaſion ni le loiſir de faire lui-même cette recherche, peut conſulter à ce ſujet les excellens Ouvrages de Malpighi & de Leeuwenhoek, qui ont marqué fort fidélement & avec beaucoup d'éxactitude les pores des Plantes. Lorſque je m'amuſois à éxaminer moi-même les Corps, j'ai toujours remarqué, que les parties ſolides, dont ils ſont compoſés, n'étoient preſque rien, en comparaiſon du grand nombre de pores qui s'y trouvent, tels ſont ſurtout le Liége, les Eponges, & divers Bois légers. On peut voir l'arrangement des parties d'une Eponge & de ſes pores, dans la Figure que nous en donnons. Il eſt fâcheux, qu'il ne ſe trouve aucun grand Corps qui n'ait des pores; car ſi il y en avoit de tels, nous pourrions ſçavoir au juſte, combien il y a d'étenduë poreuſe dans chaque Corps. Car ſuppoſons, qu'un Corps de la grandeur d'un pouce cubique ſoit de la peſanteur d'une livre, & que ce même Corps n'ait abſolument aucun pore: ſuppoſons enſuite, qu'un autre Corps de la même grandeur ne peſe qu'une demie livre, la moitié de ce dernier ne conſiſtera donc qu'en pores, & l'autre moitié ſera compoſée de matiere ſolide: Si l'on ſuppoſe, qu'un autre Corps de la même grandeur ne peſe qu'un quart de livre, il aura trois de ſes parties qui ne ſeront qu'une étenduë poreuſe, & la quatriéme ſera une matiere ſolide. De cette maniere, nous pourrions toujours ſçavoir au juſte, quelle eſt la quantité de matiere ou de pores qui ſe rencontre dans un Corps; mais on ne connoit encore juſqu'à préſent aucun Corps de cette nature, & nous ne pouvons par conſéquent rien déterminer à cet égard. L'Or eſt fort peſant & en même-tems poreux: ſuppoſons pour un moment, que les pores faſſent la moitié de ſon étenduë, & que l'autre moitié ſoit compoſée de matiere ſolide; la peſanteur d'une certaine quantité d'eau, qui a le même voulume que l'Or, eſt d'environ $19\frac{1}{2}$ moindre que celle de l'Or. Un pore n'a point de peſanteur, car ce n'eſt pas un Corps: le Corps ſeul a de la peſanteur; & tout ce qui eſt Corps, & qui a la même grandeur, a auſſi la même peſanteur, comme nous le ferons voir dans la ſuite. Il y aura donc dans l'étenduë de l'Or $19\frac{1}{2}$ fois plus de matiere, que dans celle de l'eau; & ainſi ce qu'il y a de poreux dans l'eau, ſera à l'égard de ce qu'il y a auſſi de poreux dans l'Or, comme $19\frac{1}{2}$ à 1. Mais nous ſuppoſons, que la moitié de l'Or eſt poreux; par conſéquent l'étenduë poreuſe qui ſe trouve dans l'eau, ſera par rapport à la matiere de ce liquide, comme 39 à 1. Le Liége eſt $81\frac{1}{2}$ fois plus leger que l'Or: ainſi on peut conclure, que dans un morceau de Liége de la grandeur d'un pouce cubique, l'étenduë des pores eſt par rapport à la ſolidité, comme

Pl. I. Fig. 25.

me 163 à 1. Qui auroit jamais cru, qu'il y eût si peu de matiere dans les Corps, & peut-être en ont-ils encore moins que ce que nous venons de marquer. En effet, supputez un peu combien l'Eau, le Verre, & les Diamans doivent être poreux, puisque de quelque maniere qu'on les tienne & qu'on les expose, la Lumiere y entre & y pénétre de tous côtés si aisément.

§. 40. Afin de donner une idée des Corps, qui sont grands & que nous manions, supposons que plusieurs tamis, percés de grands tours, soient mis les uns sur les autres, il s'en formera de cette maniere une masse, qui se trouvera de tous côtés percée d'outre en outre par de grands trous. De même que la poussiere passe par un Crible, lorsqu'elle est plus petite que les trous qui s'y trouvent, de même aussi les parties les plus fines pourront passer à travers la masse précédente formée de plusieurs tamis posés les uns sur les autres. Tous les Corps sont de pareilles masses faites en maniere de tamis, ainsi nous pouvons par-là concevoir plusieurs effets & phénomènes, qui nous surprenoient autrefois. Si l'on enveloppe une piece d'Argent bien nette dans beaucoup de papier & de linge, & qu'on la tienne suspenduë au-dessus de l'Esprit volatil & fumant de Soufre, elle deviendra dans peu de tems toute noire; l'Esprit volatil de ce Soufre traversant aisément les pores du papier & du linge, & pénétrant jusqu'à l'Argent, sur lequel il produit cet effet. L'esprit de Salpêtre, fait avec l'Huile de Vitriol, de la maniere que nous l'enseigne Monsieur Geoffroy, fameux Chimiste François, de même que le Sel volatil de l'Urine, se font un passage à travers les pores du Verre & s'évaporent, comme je l'ai aussi remarqué moi-même. Les parties odoriférantes qui s'exhalent du Musc & de la Civette s'échappent par les pores des Boëtes de bois. Les Esprits du Vin & le Brandevin s'évaporent à travers les pores des Tonneaux, & c'est pour cette raison qu'on doit remplir toutes les semaines les Tonneaux dans lesquels on a mis du Vin du Rhin. Il arrive cependant, que des matieres subtiles ne s'échappent pas à travers de certains Corps percés de larges trous, à cause d'une vertu répulsive, qui se trouve dans ces mêmes Corps. En voici un exemple. Les pores du Liége sont infiniment plus larges que les petites parties de l'Eau ou du Vin; cependant aucun de ces deux liquides ne sort à travers les pores du Liége; car renversez une bouteille pleine d'Eau ou de Vin, & bien bouchée avec du Liége, il n'en sortira pas une seule goute. Prenez un morceau de bon Bouracan, espece d'Etoffe qui se fait avec du poil de Chameau, quelque poreuse qu'elle soit, l'eau ne la pénétrera pas, & c'est pour cela que cette Etoffe est fort propre pour en faire des Manteaux contre la pluye. La lumiere pénétre avec peine à travers un papier blanc bien fin, quoiqu'il soit fort poreux, & que le diamétre de ses pores soit infiniment plus grand que celui des Corpuscules de la Lumiere: cet effet n'est pas causé par les pores mêmes, mais par une certaine vertu qui sort des Corps, & qui repousse divers autres Corps qu'elle rencontre: par-tout où cette vertu particuliere ne se trouve pas, toutes les petites parties, qui ont moins de grandeur que les

pores, doivent nécéſſairement y paſſer, de la même maniere que la pouſſiere paſſe à travers un Tamis. Il arrive pourtant ſouvent, que la pouſſiere traverſe les pores d'un Corps, quoique ces pores ſoient plus petits & en partie bouchés, tandis qu'elle ne paſſera jamais par d'autres pores beaucoup plus larges, Enduiſez d'Huile un papier blanc, c'eſt-à-dire, bouchez en les pores avec de l'Huile, & bien-tôt après il deviendra tranſparent, la Lumiere y pénétrant alors fort aiſément. Reduiſez du Verre en poudre, mettez enſuite cette poudre ſur un morceau de glace de Miroir, & vous verrez qu'elle ne ſera pas du tout tranſparante, quelques grands que ſoient alors ſes pores; mais rempliſſez ces mémes pores d'Huile de Térébenthine, & vous remarquerez que cette poudre deviendra ſur le champ tranſparente. Nous traiterons amplement dans la ſuite de cette vertu ſurprenante.

§. 41. Commme tous les grands Corps ſont poreux, il eſt impoſſible de ſçavoir quelle eſt la véritable grandeur de ce qui eſt réellement ſolide, lorſqu'on vient à les meſurer; car on meſure autant l'étenduë des pores, que celle des Solides: & comme nous ne pouvons déterminer l'étenduë des pores dans les Corps, nous ne pouvons non plus fixer la grandeur des Solides dans quelque Corps que ce ſoit.

§. 42. Il nous paroit, que les grands Corps ſont à peu près compoſés de la maniere ſuivante. Suppoſons que trois ou quatre, ou méme un plus grand nombre de particules indiviſibles ſe réüniſſent enſemble, & ne faſſent qu'une maſſe, qui forme une certaine figure, je donnerai à cette maſſe le nom de *Maſſe de la premiere ſorte, ou du premier ordre.* Suppoſons enſuite, que quelques-unes de ces maſſes ſe réüniſſent, & en forment une autre, je nommerai cette ſeconde maſſe, *une Maſſe de la ſeconde ſorte, ou du ſecond ordre.* Suppoſons encore, que quelques-unes de ces dernieres maſſes, en ſe joignant l'une à l'autre, compoſent une nouvelle maſſe, j'appellerai celle-ci *une Maſſe du troiſiéme ordre.* Peut-être ſe fait-il dans la Nature des maſſes, qui ſont formées de la réünion d'autres maſſes du troiſiéme, & même du quatriéme, du cinquiéme & du ſixiéme ordre. Les grands Corps ſe forment de pareilles maſſes de différens ordres.

Diverſes Obſervations nous portent à tirer cette concluſion, avec de grands Philoſophes, tels que ſont Newton, Réaumur, & d'autres encore. Et de fait, un fil d'Acier, lorſqu'il eſt trempé, ſe trouve beaucoup plus dur, que lorſqu'il n'eſt pas trempé: cependant un fil trempé n'eſt pas en état de ſoutenir un poids auſſi peſant, que pourroit faire un fil non trempé; il faut par conſéquent que les parties, qui compoſent le plus grand ordre dans le fil trempé, ſoient moins adhérantes, que dans le fil non trempé: il faut pourtant que les parties, qui font l'ordre ſuivant, mais qui eſt plus petit, ſoient plus adhérentes, lorſque le fil eſt trempé, parceque les parties ſont devenues beaucoup plus dures par la trempe qu'on leur a donnée. Il y a donc de cette façon dans le fil, deux ſortes d'adhérences, une plus foible & l'autre plus forte, ce qui ne peut ſe trouver enſemble de quelque autre maniere que ce ſoit, Monſieur de Réaumur a dévé-

loppé

loppé tout cela avec beaucoup d'esprit dans son magnifique Ouvrage sur la maniere de faire l'Acier. Il est hors de doute que les petites parties de l'eau sont rondes : supposons donc, qu'on décrive tout autour de chaque globule d'eau un cube, & que tous ces cubes soient des masses solides, de même que les globules d'eau ; la solidité de chaque cube sera donc par rapport à celle de chaque globe d'eau à peu-près comme 300 à 157 ; par conséquent toute la masse des cubes, qui fait tout un Corps solide, sera
Pl. I. Fig. 6. par rapport à tous les globules, comme 300 à 157 ; & comme il n'y a que les Solides qui ayent de la pesanteur, le poids de la masse d'un Corps cubique & sans pores, sera par rapport à la pesanteur de ces globules, comme 300 à 157. Voilà comme il en seroit à cet égard, si les Corps étoient sans pores. Mais nous avons déja vu, que quoique l'Or soit poreux, il ne laisse pourtant pas d'être $19\frac{1}{2}$ fois plus pesant que l'eau, & par conséquent il est tout-à-fait impossible, que les globules d'eau puissent être des parties solides sans pores, mais ils doivent être composés de plus petites parties, qui étant entassées les unes sur les autres, laissent dans leurs intervalles un grand nombre de pores ; & ces mêmes parties venant ensuite à s'unir à d'autres, forment de plus grands pores ; & enfin, ces dernieres se réünissant encore avec d'autres, produiront premierement les globules, quelque petits qu'ils puissent être. Que l'on jette les yeux sur le gros globule A, qui est composé de quatre autres plus petits globules, dans l'intervalle desquels il y a des pores : ce globule est encore formé de quatre autres plus petits globules, qui ont aussi des pores dans leurs intervalles. Voila ce que j'ai voulu proposer pour un exemple, afin de donner par-là une idée plus claire de cette matiere. Mais afin qu'on ne puisse pas me dire à présent, que tous ces différens ordres, que j'établis, sont plutôt imaginaires que quelque chose de réel, je vais entreprendre de démontrer ce point d'une maniere sans replique. Prenez un petit éclat de Liége, considérez-le d'abord avec un Microcospe, qui ne grossisse pas beaucoup les objets, & vous verrez fort facilement les pores, qui sont situés entre les parties solides ; servez-vous ensuite d'un autre Microcospe, qui grossisse les objets beaucoup plus que le précédent, & vous appercevrez de plus petits pores dans les particules solides, entre les parties d'un plus bas ordre. On peut aussi voir la même chose dans un petit morceau d'Eponge. Lorsqu'on regarde les globules rouges du sang d'un Homme, & qu'on se donne la peine de les considérer avec patience, jusqu'à ce qu'ils se soient dissous & changés en sérosité, on découvre, que chaque globule rouge se partage en six autres plus petits globules séreux de couleur jaune : si on continuë ensuite à les observer encore avec la même patience, & à l'aide d'un Microcospe, on les verra se séparer l'un de l'autre, & se diviser en six autres globules aqueux, qui sont si transparens & si fins, qu'il n'est pas possible de pousser plus loin ses recherches à cet égard avec les Microcospes qui sont aujourd'hui en usage. Nous faisons donc voir par-là, & nous exposons même à la vuë, les différens ordres des parties.

§. 43. Si l'on suppose que les particules indivisibles soient entiérement semblables

femblables entr'elles, il pourra s'en former de petites maffes du premier ordre, qui feront femblables les unes aux autres, ou qui différeront entr'elles, fuivant la différence qui fe trouvera dans le nombre de ces petites parties indivifibles, dont ces maffes feront compofées, ou bien felon la maniere différente dont ces particules fe trouveront arrangées entr'elles. Suppofons que les dernieres parties indivifibles foient des globules, dont fix venant à fe réünir forment une petite maffe du premier ordre, ces fix globules peuvent être placés entr'eux de diverfes manieres, comme on le voit en A, en B, ou en C, D, E, ou de quelque autre maniere : Suppofons encore que ce foient des quarrés plus longs que larges, comme font nos Briques communes, avec lefquelles on bâtit les Maifons, n'eft-il pas vrai qu'on peut les placer les unes fur les autres en une infinité de manieres, tout comme un Maçon en fait une Muraille, un Pilier quarré, un Bac, une Cheminée, une Goutiére, & mille autres chofes. Il paroît par-là, que pour donner aux grands Corps toute forte de formes & de figures, il n'étoit pas néceffaire, que les petites parties fuffent de formes différentes. C'eft donc mal raifonner, que de fuppofer, que les plus petites parties doivent différer entr'elles à l'égard de la forme, par cette feule raifon, que les grands Corps différent auffi les uns des autres par rapport à la forme qu'ils ont, comme j'ai commencé à le remarquer au §. 34. Pl. I. Fig. 8.

Si les derniers Corpufcules indivifibles ne fe reffemblent pas à l'égard de la forme, ils peuvent former, quoique raffemblés en nombre égal, de petites maffes du premier ordre, qui feront fort différentes entre elles, tant en grandeur, qu'en figure & en façon.

§. 44. On conçoit par tout ce que nous venons de dire, que les petites maffes du premier ordre peuvent différer beaucoup entr'elles en grandeur, en figure, en porofité, en épaiffeur, en pefanteur, & en adhérence, fuivant la différence qu'il y aura entre les petites parties indivifibles entaffées les unes fur les autres, foit à l'égard du nombre, de l'arrangement, de la figure, ou à l'égard de leur grandeur, Les petites maffes du fecond ordre peuvent auffi différer entr'elles en une infinité de manieres. Il en eft auffi de même à l'égard des autres petites maffes du troifiéme ordre, de celles du quatriéme, & de celles enfin de tous les autres ordres. On peut donc concevoir clairement, comment de pareilles petites maffes peuvent former les grands Corps, qui différent les uns des autres en une infinité de manieres, tant en figure, qu'en grandeur, en pefanteur, en épaiffeur, & en folidité.

Si un Corps eft compofé de parties, entre lefquelles il fe trouve une étenduë poreufe, auffi grande qu'eft leur propre étenduë ; & fi ces parties font auffi formées de particules, qui ne foient pas moins poreufes que leur propre étenduë ; fi enfin la même chofe a lieu à l'égard de ces particules ;en fuppofant trois ordres femblables, il y aura dans une telle maffe fept fois plus d'étenduë poreufe, que n'eft l'étenduë folide : & de cette maniere, en fuppofant quatre ordres, & le dernier ordre entiérement fo-

 lide,

lide, l'étenduë poreuse sera quinze fois plus grande que l'étenduë solide; & en supposant cinq pareils ordres, la masse aura trente & une fois plus de porosité que de solidité : enfin, en supposant six ordres, il se trouvera dans la masse soixante & trois fois plus de porosité, que de solidité; car l'étenduë des pores augmente suivant la progression que voici, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64. C'est le grand Newton qui a fait ce calcul.

Les grands Corps, qui sont composés de petites masses d'un seul ordre, sont simples; de pareils Corps simples peuvent être de différentes sortes, suivant la différence des petites masses de chaque ordre, ou suivant qu'ils sont faits de petites masses d'un autre ordre, plus haut ou plus bas. Mais si les petites masses sont composées de toute sorte d'ordre, ou même d'un seul ordre, mais qu'elles soient différentes entr'elles, & qu'il s'en forme ensuite un grand Corps, ce sera un Corps composé ou mêlangé, formé de divers Corpuscules, dont chacun aura une nature différente. L'Expérience nous apprend, que la plûpart des grands Corps, dont nous nous servons chaque jour, ne sont qu'un mêlange de cette sorte. Examinons cela en peu de mots, Les Métaux sont, du consentement de tous les Chimistes, des mélanges de diverses sortes de Corps, & suivant l'opinion & les découvertes de plusieurs d'entr'eux, ils sont composés de Sel, de Soufre, & de Mercure. Le Sel & le Soufre ne sont pas des Corps simples, mais ils sont aussi formés d'autres Corps; car le Soufre est composé d'un esprit acide, d'une matiere combustible, & d'une petite quantité de Métal. Le Sel, de même que le Salpêtre, est fait d'une sorte de Sel volatil dans l'air, & qui est produit par les parties corrompuës des Animaux & des Plantes, par une espece de Lessive alkaline, & par la Chaux; d'autres prétendent, qu'on doit joindre à tout ceci un esprit acide, que les Chimistes séparent du Salpêtre à l'aide de l'huile de Vitriol. Le Sel de Mer est composé d'Eau, de Sel & de Terre. Le Vitriol de Fer est formé de Sel volatil qui se trouve dans l'air, d'Eau & de Fer. Les demi-Métaux, comme l'Antimoine, le Bismuth, la Marcassite &c, sont aussi des mêlanges de diverses sortes, qui n'ont formé qu'un seul Corps : car l'Antimoine est composé de Soufre, d'un Métal imparfait, & d'Arsenic; sa partie métallique est formée d'une espece de terre, qui peut se changer en Verre, & d'une matiere combustible, à laquelle l'Arsenic s'attache : d'autres y ajoûtent le Mercure, parce qu'on peut en faire avec du Regulus. Il en est de même à l'égard des Pierres, qui sont aussi des mêlanges, étant faites de terre, à laquelle s'attache une matiere gluante, qui tient les parties liées entr'elles : il y en a plusieurs, où l'on trouve des parties métalliques, demi-métalliques, & autres, avec lesquelles ces Pierres se sont formées & n'ont fait qu'une même masse. Cela paroît clairement dans tous les Marbres, qui ont des veines, & dans les autres Pierres veineuses. Le Bleu-céleste, espece de Pierre, est composé d'une sorte de terre, d'un beau bleu que l'on nomme d'Outremer, & d'Or. Plusieurs d'entre les Pierres précieuses empruntent leurs couleurs des Métaux qui se sont mêlés avec les parties

ties pierreuſes ; car le verd & le bleu ſont produits par le Fer & le Cuivre, comme il paroît par leurs Vitriols, & par leurs mêlanges avec du Verre. L'Argent & le Plomb communiquent une couleur jaune aux Pierreries & au Verre. Les Cailloux, que l'on trouve au milieu de la Craie, doivent auſſi leur origine aux particules fines de la Craie ; car étant d'abord humectés par la pluye, & venant enſuite à ſe mêler avec d'autres parties qui nagent dans l'air, ſoit avec des Eſprits, des Huiles, ou des Sels, &c. ils entrent dans la Craie, où ils reſtent, & où ils ſe changent en Pierres dures. On rencontre auſſi dans le cœur des Pierres, du Criſtal de Roche, qui renferme encore dans ſon ſein quelque matiere fluide, qui n'a pas encore eu le tems de ſe cailler, & de ſe changer en un corps dur. A ne conſidérer tous ces Corps que du premier coup d'œil, on les prendroit d'abord pour des Corps ſimples, mais il ne ſuffit pas de les conſidérer légérement pour les bien connoître, il eſt beſoin pour cet effet de beaucoup plus de travail, de diligence, & d'éxactitude. Nous allons paſſer aux Végétaux, qui ſont auſſi compoſés de diverſes ſortes de Corps. On a découvert, à l'aide des Opérations Chimiques, qu'ils contiennent des Eſprits ſubtils & odoriférans, de l'Eau, du Vinaigre, des Gommes, des Baumes, des Réſines, diverſes ſortes d'Huiles, diverſes ſortes de Sels, comme du Tartre, du Sel volatil acide, du Sel volatil alkali, du Sel fixe alkali, & de la Terre : il entre même auſſi dans leur compoſition des Métaux, qui ſe ſont mêlés avec des parties terreſtres ; & c'eſt pour cela, que Monſieur Geoffroy, fameux Chimiſte François a trouvé du Fer dans les Cendres de pluſieurs Plantes. Les Huiles dont je viens de faire ici mention, ſont auſſi compoſées d'Eſprits volatils, d'Eau, de Sel, d'un peu d'Huile, & de Terre, ſuivant les découvertes du grand Homberg. Le Brandevin pur ne nous paroît-il pas être un liquide des plus ſimples, & entiérement homogene dans toutes ſes parties ? Nous ſçavons pourtant, à ne pouvoir en douter, qu'il eſt compoſé d'un Eſprit ſubtil, d'Eau, d'un liquide acide qui a beaucoup de rapport avec le Vinaigre, & d'une Huile groſſiere qui ſent mauvais. Le Vinaigre eſt compoſé d'Eau, d'Eſprit acide, d'Huile, & de Sel.

On trouve auſſi, que les Animaux ſont compoſés d'Eſprits ſubtils & volatils, de Sels volatils, d'Huiles ſubtiles & épaiſſes, de Phoſphore, & enfin de Terre. Il en eſt de même à l'égard des autres Corps. On apprend par-là, que pour bien concevoir, comment ſont compoſés les Corps dont nous nous ſervons chaque jour, il faut faire attention à leurs différens mêlanges, & aux différens ordres des plus petites parties qui forment, par leur union, les plus grands Corps, & enfin ceux que nous voyons.

§. 45. La nature des grands Corps dépend par conſéquent du différent concours des parties de chaque ordre, ſuivant qu'il y en a plus ou moins ; ou bien, ce qui eſt la même choſe, des différens mêlanges qui ſe font dans leur formation. C'eſt pour cela que nous avons l'art

de faire, par le moyen des mélanges, plusieurs Corps, que la Nature ne produit pas, ou du moins qu'elle ne produit que fort rarement, comme sont les Métaux. Ceux-ci en effet ne croissent pas, & ne sont pas tirés de la terre tels que nous les recevons, & tels qu'on les travaille; mais on les prépare ainsi par art, en mélant, à l'aide du feu, d'autres parties avec diverses terres fossiles, & en les joignant étroitement les unes aux autres. Veut-on faire ensorte, par exemple, qu'une certaine matiere terrestre, qui ne seroit pas Fer & qui n'en auroit pas même les propriétés, acquiére pourtant quelques-unes des propriétés de ce Métal, & que peut-être elle devienne Fer? Que l'on prenne seulement quelque sorte de Sable, blanc ou coloré, quoique le coloré soit le meilleur; qu'on le méle avec autant de Savon verd & de Charbon de bois; lorsque cette masse aura fortement rougie pendant environ une heure sur le feu dans un Creuset fermé, on trouvera que l'Aiman attire plusieurs de ces parties de Sable, & on y en rencontrera beaucoup davantage qu'il ne s'en trouve d'ordinaire dans les cendres de Charbon de bois; autrement, on pourroit croire que ce ne seroit autre chose que des parties qui seroient venuës des cendres du Charbon de bois: tout ce qu'on fait dans cette Opération, c'est d'attirer dans les pores du Sable quelques parties oléagineuses & salines, qui se détachent du Savon & des Charbons. C'est ainsi qu'on fait l'Acier avec du Fer, en ajoûtant aux parties du Fer d'autres matieres, qui viennent des Cendres, du Sel marin, de la Suie, & des Charbons de bois. Que l'on mêle seulement quelque matiere combustible avec l'Esprit acide ou l'Huile de Vitriol, & on en fera du véritable Soufre.

Il n'y a rien que nous dussions tant souhaiter, que de sçavoir au juste, quelles sont les différentes sortes d'ordres ou de mélanges de parties qui se rencontrent dans chaque Corps, combien il y en a, quelle est leur forme & leur figure, & comment elles se reünissent avec les autres. Nous n'en avons jusqu'à présent qu'une connoissance fort imparfaite, quoique la Chimie nous ait fait faire quelques découvertes. Je me contenterai de demander, ce que c'est que cet Esprit volatil & odoriférant, qui se trouve dans les Plantes, & auquel Monsieur Boerhave donne le nom de *Spiritus rector?* Personne ne sçait encore ce que c'est. On n'a pu encore le séparer de l'eau des Plantes, ou de leurs Huiles; il n'a pas même été possible de le rassembler. Je voudrois bien sçavoir aussi ce que c'est que cet Esprit, dont il parle encore, lequel s'évapore des Plantes, lorsqu'elles fermentent, & qui est si mortel, lorsqu'on met le nez sur un petit trou de quelque tonneau de Vin, qui fermente encore, & d'où cet esprit s'évapore en grande quantité. C'est encore une chose qui nous est cachée, & jamais on n'a pu trouver le moyen de renfermer cet Esprit & de le conserver: il se trouve cependant dans la plûpart des Plantes: peut-être renferme-t-il d'autres Esprits plus volatils, qui s'échappent à travers les pores des Verres, dont se servent les Chimistes. Ces sortes de mélanges si subtils & si volatils se rencontreront aussi, selon toutes les apparences, dans les parties

parties des Animaux & dans les Mineraux : l'ignorance où nous sommes à cet égard, est cause que nous connoissons si peu leur nature & leurs propriétés, & que nous ne pouvons ni prévoir, ni prédire les effets qu'ils produisent les uns sur les autres.

§. 46. Lorsque les Corps sont si grands, qu'on peut les voir ou avec les yeux, ou à l'aide d'un Microscope, on remarque presque toujours, qu'ils ne se ressemblent pas en tout, ou qu'ils ne sont pas de la même sorte, mais on apperçoit toujours çà & là certaines marques, par lesquelles on peut distinguer une partie d'avec une autre. Si vous allez dans un Bois, vous n'y verrez jamais deux feuilles qui se ressemblent en tout, beaucoup moins encore deux Arbres, deux Collines, deux Animaux, mais vous trouvez toujours, qu'il y a dans l'un quelque chose, qui ne se rencontre pas dans l'autre. Cela a lieu dans des grands Corps, mais pas toujours à l'égard des petits ; car prenez un peu de Mercure fort pur, jettez le dans un feu de charbon sous une cheminée, & lorsqu'il commencera à fumer, tenez au-dessus de la fumée un morceau de glace de Miroir bien net, du papier mouillé, ou un linge mouillé, auxquels le Mercure s'attachera : regardez ensuite avec un Microscope les petits globules de Mercure, & vous en remarquerez plusieurs, qui se ressemblent si fort, qu'on ne peut les distinguer les uns des autres par aucune marque. On peut aussi remarquer la même chose dans les exhalaisons de l'eau, & peut-être cela a-t-il aussi lieu dans un plus grand nombre de Corps ; car ce n'est pas une chose qui repugne à la raison, qu'il y ait des petites parties indivisibles qui se ressemblent, & qu'il se trouve aussi des petites masses du premier & du second ordre qui ayent la même forme ; ainsi, il peut y avoir des petits Corps, qui ont entiérement la même figure, & que l'on ne peut distinguer les uns des autres par quelque marque que ce soit. Il paroît par conséquent, que l'expérience ne s'accorde pas avec l'opinion de quelques Sçavans, qui prétendent, qu'il est impossible que deux petits Corps visibles se ressemblent également en tout.

§. 47. Comme les grands Corps sont composés de plus petites parties entassées les unes sur les autres, ils peuvent par conséquent se rompre & être divisés en ces petites parties dont ils sont composés, soit par le choc, le broyement, la friction, le feu, la corruption, ou lorsqu'on les jette dans quelque menstrue qui les dissout. Lorsqu'ils sont ainsi dissouts & divisés en ces petites parties, dont ils étoient composés, ces parties peuvent se réünir de nouveau, comme auparavant, & former des parties du même ordre, ou quelques autres semblables. Lors donc qu'une Plante se pourrit, on conçoit aisément, qu'il peut naître une autre sorte de Plante des petites parties qui la composoient. Le Créateur a placé dans la semence de chaque Plante une certaine vertu, par le moyen de laquelle les parties les plus déliées peuvent former de petites masses de divers ordres, suivant la nature de la Plante. De-là vient, que le même fumier, & la même eau font croître l'Aloé très-amer, la Canne à Sucre, l'Ozeille aigrelette, l'Arroche puante, les Lis & les Roses dont l'odeur est si agréable.

Il y a peut-être auſſi une pareille vertu dans les Glandes des Corps des Animaux, les unes étant deſtinées à former du même ſang l'urine, les autres la bile, quelques-unes la ſalive, d'autres la cire des oreilles, d'autres la moëlle, & ainſi de ſuite. Les parties d'un même ordre, entaſſées de différentes manieres les unes ſur les autres, produiſent des Corps d'une ſtructure extrêmement différente. Nous nous contenterons de faire voir cela dans l'eau, qui eſt compoſée de parties ſimples; car il ne s'eſt jamais trouvé aucun Chimiſte, qui ait pu tirer d'une eau bien pure autre choſe que de l'eau, à moins qu'elle ne ſe changeât en terre. Cette eau, raſſemblée dans un vaiſſeau, nous paroît ſous la forme d'un liquide peſant; mais lorſqu'elle eſt ſur le feu, elle s'éxhale dans l'air, reçoit la forme de Vapeurs, produit le Brouillard; & s'élevant encore plus haut elle ſe change en Nuée; ſes petites parties venant à ſe joindre un peu & à tomber en bas, forment une petite pluye: mais lorſqu'un grand nombre des parties de la Nuée ſe réuniſſent, elle produiſent de plus groſſes goutes de pluye: le Brouillard ſe raſſemblant en Hiver autour des Arbres, il s'y gêle, y reſte ſuſpendu, & fait que ces mêmes Arbres paroiſſent tout couverts de Givre. La petite pluye tombant auſſi en Hiver, & ſe gêlant dans ſa chute, ſe change en Neige: les plus groſſes goutes de pluye ſont changées en Grêle par le froid. Lorſque le Givre, la Neige, & la Grêle ſe fondent, elles ſe changent de nouveau en Eau, & redeviennent de cette maniere ce qu'elles avoient été auparavant. Voilà donc un des Corps les plus ſimples qui eſt ſujet à tous ces grands changemens de figure, qui ne ſont cependant cauſés que par les différens arrangemens des parties.

La *Corruption* & *l'Accroiſſement* de la plûpart des grands Corps, n'eſt autre choſe qu'un concours & un aſſemblage des plus petites parties, qui ſe diſſolvent enſuite & ſe changent en groſſes & en petites parties. Il ne ſe trouve en effet aucun Corps, qui s'engendre de rien, & il n'y en a aucun qui s'anéantiſſe par la corruption. Il ſe fait parmi les parties de l'Univers un changement étonnant & continuel. Conſiderez ſeulement l'effet que produit la pluye, lorſqu'elle tombe ſur un grain de Bled fertile; elle le fait ſortir de terre, elle le fait croître & le change en racine, en tige, en feuilles, & en épi: le Bled de cet épi étant moulu, produit de la Farine, dont on tire la fleur & du ſon: cette Farine mêlée avec de l'eau, ſe change en Pâte, qui étant cuite au four, ſe transforme en Pain: ce Pain mangé par un Homme, ſe change en Chile dans ſon eſtomac & dans ſes inteſtins: le Chile porté dans le Sang, devient Lait, ce Lait devient Sang, Seroſité, Eau, Eſprit: tous ces liquides reparent enſuite les parties ſolides des vaiſſeaux de notre Corps, & ſe changent en Muſcles, en Membranes, en Nerfs, en Vaiſſeaux, en Tendons & en Os: une autre partie ſe change en Urine, ou fait la matiere de la Sueur & de la Tranſpiration. Enfin le Corps meurt, il ſe pourrit, & ſe change de nouveau, pour la plus grande partie, en liquide; enſorte qu'il ne reſte de ſon Cadavre qu'une petite quantité de terre.

Tous les changemens, qui peuvent arriver dans les Corps, conſiſtent dans

dans la grandeur, dans la figure, dans l'arrangement des parties, dans leur séparation les unes des autres, dans leur adhérence, dans le lieu que chaque Corps occupe, dans leur pesanteur, & dans leurs forces motrices. En voilà, ce semble, assez sur l'Impénétrabilité, qui est une des Propriétés des Corps : nous allons à présent en examiner une autre.

§. 48. Nous avons mis la *Force d'Inertie* au nombre des Propriétés communes des Corps. Cette Force consiste, en ce qu'un Corps ne passe pas aisément de l'état de repos ou de mouvement, à un autre état.

Il est en quelque sorte assez difficile de se former une idée juste de cette Force, & c'est pour cela que Monsieur Newton, Philosophe profond & pénétrant, a entrepris le premier de la bien faire connoître par la remarque suivante. Concevez le Corps A, entierement libre & suspendu sans aucun mouvement, que le Corps B vienne le choquer avec une certaine vitesse : s'il ne se trouve donc, dans le Corps A, autre chose que le simple repos, qui ne peut rien opérer, il faudra que le Corps A avec le Corps B se meuvent avec la même vîtesse, avec laquelle le Corps B se mouvoit auparavant. De cette maniere, si A est un fort grand Corps, B qui est un très-petit Corps, produiroit un grand effet sur A. Mais voyons à présent ce que nous apprend l'Expérieuce, & nous remarquerons bien-tôt tout autre chose : car lorsque B vient à choquer A, ils se meuvent tous deux avec beaucoup moins de vîtesse, que n'en avoit auparavant B ; par conséquent B doit avoir perdu quelque chose, & certainement il a perdu une certaine force ; cette force ne peut s'être dissipée de B, à moins qu'il ne se soit rencontré quelque résistance dans A : il faut donc qu'il y ait eu dans A qui étoit alors en repos, une résistance, qui produit son effet lorsque ce Corps est mis en mouvement, & qui l'empêche de perdre aisément l'état de repos dans lequel il étoit auparavant. C'est à cette sorte de résistance que nous donnons le nom de *Force d'Inertie* ; d'autres l'appellent *Force Passive*.

§. 49. Il est bon d'observer aussi, qu'afin que le Corps A puisse parcourir l'espace AD dans le tems d'une minute, il a besoin d'une plus grande force, que s'il lui falloit parcourir le même espace dans le tems de deux minutes. Il y a donc dans le Corps une certaine force, avec laquelle il résiste à une plus grande vîtesse ; de sorte qu'il lutte, par sa résistance, contre le mouvement.

§. 50. Lorsque le Corps A est déja en mouvement, & qu'il vient ensuite à être poussé plus vîte par le Corps B, lequel est porté sur lui avec plus de vîtesse que A, il rompt la force de B, qui continuera alors son mouvement plus lentement. Il y a donc toujours dans le Corps A une Force d'Inertie, soit qu'il reste en repos, ou qu'il soit en mouvement.

Il est donc démontré, que la Force d'Inertie dans les Corps est une Force de Résistance, par laquelle ils tendent à rester dans l'état où ils sont, & par laquelle ils luttent contre toutes les autres forces qui viennent à leur rencontre. Les Philosophes, qui n'ont pas bien connu cette force, ont prétendu, qu'il y avoit dans les Corps qui sont en repos, une force, qui les obligeoit de continuer de rester en repos. §. 51.

§. 51. Supposons le Corps B en mouvement, qui va choquer le Corps A qui est en repos; alors B tend à changer l'état d'A: par conséquent à proportion que B tend à rester dans l'état où il étoit, & qu'il lutte contre A, il exerce sa force; & l'usage qu'il fait alors de cette force, est la Propriété même de ce Corps, car il tend à rester dans l'état où il étoit auparavant. Les Philosophes ont posé pour Régle, *Que tous les Corps restent dans le même état où on les a mis.* Cela est bien vrai; mais quelle en est la raison? Ce n'est certainement pas parce qu'on a établi cette Régle, mais parce que les Corps ont en eux-mêmes une force d'Inertie.

§. 52. Peut-être y a-t-il des Philosophes qui doutent si les Corps, qui sont une fois en mouvement, continueroient toujours à se mouvoir éternellement, & à persévérer dans ce même état; puisque l'on remarque, que tous les Corps que nous roulons, que nous jettons ou que nous tournons, perdent bien-tôt leur mouvement, & restent en repos. Il est bon que l'on sçache, que nous parlons des Corps, comme s'ils étoient placés dans le Vuide, où il n'y a absolument rien qui puisse agir sur eux, ou qui puisse empêcher leur mouvement; car les Corps que nous jettons, sont arrêtés par la résistance de l'air; ceux qui roulent, se heurtent continuellement contre les inégalités des surfaces sur lesquelles ils roulent; ceux que l'on tourne, perdent toujours leur mouvement par le frottement mutuel des Corps; & enfin ceux que l'on jette en haut, perdent aussi leur mouvement par la pesanteur qui tend sans cesse en bas. Mais au contraire, un Corps qui est placé & mis en mouvement dans un Vuide parfait, & qui ne se trouve arrêté dans son mouvement par aucune force, doit nécessairement retenir ce mouvement pendant toute l'éternité. Il est à propos que nous fassions encore mieux connoître cette force d'Inertie. Nous remarquons, que plus le Corps A qui est en repos, est gros, plus aussi est grande la résistance qu'il fait contre les forces qui font effort pour le mettre en mouvement. Un grand Corps qui est poussé avec les mêmes forces qu'un petit Corps, est mis bien plus difficilement en mouvement que ce dernier; mais celui-ci va plus vîte: & par conséquent la force d'Inertie est proportionnelle à la grandeur des Corps, & chaque petite partie a aussi la même force, laquelle est proportionnelle à la petitesse de cette partie. Aussi cette force d'Inertie se trouve-t-elle tant dans les Fluides que dans les Corps solides, de sorte qu'elle est aussi grande dans un pouce cubique d'eau, que dans la même eau changée en glace: ainsi, en supposant toujours la même grandeur du Corps, soit qu'il soit fluide, ou qu'il devienne un Corps solide, la même force d'Inertie ne laissera pas de se trouver également dans l'un comme dans l'autre. Il est donc impossible, que cette force dépende de la solidité des parties. Elle ne dépend pas non plus de la pression ou de la direction de la Gravité; puisqu'elle se rencontre dans les Corps qui se meuvent selon toutes les directions imaginables. Si elle dépendoit de la Gravité, il faudroit qu'elle différât, suivant la direction des Corps qui sont en mouvement. Cette force ne devroit pas éxister non plus, lorsque les Corps se

meuvent

meuvent horizontalement ; puiſque la peſanteur n'agit pas contre cette direction : car un Corps, quelque grand & quelque peſant qu'il puiſſe être, pourroit être tiré ſans qu'on usât de beaucoup de force, en le ſuppoſant ſitué ſur une ſurface horizontale parfaitement bien unie ; parce que la Gravité n'agit pas alors contre cette attraction. On remarque cependant que la force d'Inertie agit également dans un Corps, quelque direction qu'on lui donne, & même lorſqu'il eſt ſitué horizontalement ; & par conſéquent elle ne peut dépendre de la Gravité.

§. 53. La Force d'Inertie eſt auſſi de telle nature, que, ſi les Corps euſſent été en repos dès le commencement, elle n'auroit jamais pu produire le moindre mouvement dans l'Univers.

§. 54. On peut demander ici, ſi cette Force d'Inertie eſt une Propriété Commune qui découle de la nature des Corps ? ou bien, ſi c'eſt une Force que Dieu a placée dans les Corps, lorſqu'il les a créés ? car ni le repos, ni le mouvement ne ſont pas de l'eſſence des Corps. Comme nous avons reconnu ci-deſſus, que nous ne ſçavons pas en quoi conſiſte l'eſſence des Corps, nous ne pouvons répondre à cette queſtion. Nous ne pouvons dire, qu'elle découle de la nature des Corps, parce que nous ne connoiſſons pas cette nature ; & pour les mêmes raiſons, nous n'oſerions non plus avancer, qu'elle n'en découle pas. Nous pouvons cependant répondre, que l'Expérience nous apprend, que cette Force ſe trouve dans les Corps, lorſqu'on les met en mouvement ; & qu'ils ne laiſſent pas de l'avoir, ſoit qu'ils ſoient en repos ou en mouvement ; de ſorte qu'elle eſt toujours dans les Corps, quel que ſoit l'état où ils ſe trouvent. Il n'y a aucun art, aucun moyen, par lequel on puiſſe ôter cette force aux Corps. Ainſi puiſque les Corps ont reçu du Créateur tout ce qu'ils poſſédent, on peut établir ſûrement, que Dieu a mis cette Force dans les Corps, de la même maniere qu'il leur a communiqué l'Etenduë, l'Impénétrabilité, & toutes les autres Propriétés Communes qu'ils ont.

§. 55. Mais un Corps pourroit-il reſter Corps, s'il venoit à perdre cette Force d'Inertie ? Je reconnois ingénuëment, que je n'en ſçai rien, & que je ne ſçaurois répondre à cette queſtion. En effet, quoique je puiſſe, par abſtraction d'eſprit, me repréſenter l'Etenduë & même la Solidité, ſans penſer en aucune maniere, ou ſans qu'il ſoit même néceſſaire de penſer à cette Force d'Inertie ; il ne s'enſuit pourtant pas de-là que le Corps puiſſe véritablement ſubſiſter ſans cette Force : car ma maniere de penſer, & ſur-tout de penſer abſtractivemenr, n'a rien de commun avec les Corps qui ſont hors de moi. Il y a dans toutes ces ſortes de queſtions beaucoup plus de ſubtilité que d'utilité. On pourroit en faire une infinité de ſemblables, qui ſont beaucoup plus nuiſibles à la Philoſophie, qu'elles ne lui ſont avantageuſes, comme il arrive communément de mêler & d'introduire la Métaphyſique dans la Phyſique.

§. 56. On ne peut pas demander non plus, ſous quelle forme cette Force d'Inertie ſe trouve dans les Corps ? ni comment elle y eſt ? ni ce

que c'eſt? Nous n'avons aucune connoiſſance de tout cela, & l'idée que nous nous en formons, eſt beaucoup trop obſcure & trop imparfaite, & ne nous vient uniquement que des découvertes que nous avons faites en examinant le mouvement. La raiſon pour laquelle nos connoiſſances ſont ſi bornées à cet égard, c'eſt que nous ne pouvons pénétrer, à l'aide de nos Sens extérieurs, dans la ſubſtance interne des Corps; & par conſéquent nous ne pouvons rien apprendre de la forme de cette Force. On pourra peut-être en avoir une idée beaucoup plus claire & plus parfaite, lorſqu'on aura fait un grand nombre d'expériences & d'obſervations ſur les Corps, & cela toujours à l'aide du raiſonnement & des concluſions qu'on peut en tirer.

Il me ſemble que j'entends ici pluſieurs Philoſophes, qui ne manqueront pas de s'élever contre moi & de me dire: Que je rappelle encore les *Qualités occultes des Corps*, dont les Anciens faiſoient tant de cas, & que Deſcartes a ſi heureuſement bannies de la Philoſophie: Vous rappellez, me dira-t-on encore, & vous voulez introduire dans cette Science, des idées obſcures, tandis qu'on a déja appris, qu'on ne doit plus ſe former des Corps & de leurs Propriétés que des idées claires, pour pouvoir en raiſonner comme il faut & ſans ſe tromper, en imitant en cela les Sectateurs de Deſcartes, qui ont ſuivi cette régle avec beaucoup de zéle & avec fruit.

Mais nous n'avons ici d'autre but que de faire connoître & de demander, ſi l'on n'eſt pas en effet perſuadé, qu'il y a dans les Corps une Force d'Inertie? En cas qu'elle ne s'y trouve pas, il ſuffira de nous le faire voir, de nous expoſer clairement la cauſe des Phénomènes qui nous ont fait conclure qu'une telle Force éxiſtoit, & de nous indiquer en même tems les raiſons qui nous ont fait tomber dans l'erreur. Mais ſi cette Force d'Inertie éxiſte, il y a donc quelque choſe qui réſide au-dedans des Corps, & ils ſont par conſéquent quelque choſe de plus qu'une ſimple Etenduë. Tout ce qui ſe trouve dans l'intérieur des Corps, eſt caché à nos Sens externes. N'y a-t-il donc rien de caché dans l'Etenduë, que nous ne concevions juſqu'à préſent d'une maniere claire. Nous ne ſouhaitons pas moins que les autres Sçavans d'avoir des idées claires; mais nous ne voyons pas qu'il y ait lieu de pouvoir nous former une idée parfaite des Corps & de leurs Propriétés.

§. 57. Le Corps réſiſte, par ſa Force d'Inertie, à toute ſorte de changement: car nous avons vu au §. 5, que tout changement des Corps dépend du mouvement; & comme cette Force s'oppoſe au mouvement, il faut auſſi néceſſairement qu'elle réſiſte à tous les changemens qui arrivent aux Corps, dans leur figure, leur grandeur, &c.

§. 58. Tous les Corps, tant les grands que les petits, peuvent être tranſportés d'un lieu dans un autre, & ſont par conſéquent mobiles. On donne à cette Propriété Commune le nom de *Mobilité.*

§. 59. Il n'étoit pas néceſſaire pour l'éxiſtence d'un Corps, qu'il fût mis en mouvement: car il auroit pu réſter toujours dans la même

place

place, où il avoit été créé. Ainsi, quoiqu'un Corps soit à présent en mouvement, ce même mouvement ne reste pas toujours en lui, mais il peut être diminué, il peut même cesser entierement; par conséquent un Corps qui est en mouvement peut passer dans l'état de repos, & c'est cette Propriété Commune que nous appellons *Quiescibilité*.

§. 60. Comme nous avons beaucoup de choses à proposer sur le mouvement, de même que sur les autres Propriétés des Corps, particulierement sur la *Gravité*, & sur la *Force attractive*, nous n'en dirons rien davantage ici, nous reservant d'en parler dans quelques Chapitres particuliers, que nous avons destinés pour cet effet.

Quelques Philosophes ajoûtent aux Propriétés des Corps, dont nous avons donné le détail, celle *d'être présent dans un lieu*, & celle *d'être dans le tems*: mais les Corps ont cela de commun avec toutes les autres choses créées, & par conséquent il vaut mieux le placer au rang des *Accidens*. D'autres ont mis encore au nombre des Propriétés de chaque Corps, celle de pouvoir *remplir une place*, avec celle *d'être fini ou déterminé*; mais ces idées générales des Corps ne nous les font pas beaucoup connoître.

Comme j'ai dit, en parlant des Pores, qu'ils étoient étendus, quoiqu'ils soient pourtant différens des Corps, je vais éxaminer ce que c'est que cette Etenduë, que nous appellons *le Vuide*, sans faire en même tems la recherche des Corps.

CHAPITRE III.

Du Vuide.

§. 61. Comme la matiere du Vuide est agitée aujourd'hui avec beaucoup de chaleur par les plus grands Philosophes, qui mettent en question s'il y a du Vuide dans le Monde, ou s'il n'y en a point, ou bien, si tout est rempli de Corps; il n'est pas hors de propos de traiter ce sujet avec éxactitude. Je ferai voir d'abord, que nous pouvons avoir une idée du Vuide, ce que les Sectateurs de Descartes ne veulent pas reconnoître. Je démontrerai en second lieu, qu'il est possible qu'il y ait du Vuide. Enfin je ferai voir par les Phénomènes, qui se manifestent dans les Corps, qu'il y a réellement du Vuide dans le Monde, & même qu'il y a beaucoup plus de Vuide que d'Etenduë corporelle.

§. 62. Je dois donc faire voir en premier lieu, que nous pouvons avoir l'idée du Vuide, & de quelle maniere nous pouvons parvenir à former cette idée. La seule chose que je pourrai demander est, que pour sçavoir si mes preuves sont bonnes, chacun aille consulter sa propre conscience, pour voir s'il est bien convaincu de la chose; car dans cette Science qui n'est qu'idéable, il n'y a pas d'autre preuve à donner.

Nous commencerons à penser, sans supposer autre chose, qu'un peu d'expérience dans les Mathématiques.

Concevez un Point Mathématique A, & outre ce point, concevez-en encore un autre B: de cette maniere on pourra concevoir entre A & B un intervalle, auquel je donne le nom de *distance ou d'espace le plus simple*, dans lequel on peut placer une Ligne mathématique, qui se termineroit aux deux Points A & B. Que cette Ligne soit placée entredeux.

Pl. I. Fig. 9.

§. 63. En supposant toujours la Ligne précédente AB, on peut encore en concevoir de la même maniere une autre CD, qui seroit paralléle à la précédente. Concevons encore entre ces deux Lignes une distance. Mais quelle sorte de distance? Une telle distance, qui puisse contenir une Surface mathématique entre les deux Lignes. Voilà donc une autre sorte de distance différente de la précédente. §. 62.

Pl. I. Fig. 10.

§. 64. Outre la Surface mathématique du §. 63, que l'on conçoit entre les deux Lignes AB & CD, je puis en concevoir encore une autre, EFGH, différente de la précédente. Entre ces deux surfaces se trouve encore une distance. Mais comment est-elle située? Elle est située de telle maniere, qu'on peut placer entre deux un Corps étendu. Cette distance est par conséquent encore d'une autre nature, que les deux précédentes. On peut lui donner le nom *d'Espace*, en Latin, *Spatium*. Concevons plutôt une Surface ABCD, & ensuite une autre, paralléle à la précédente EFGH; puis une troisiéme, qui réünisse les deux précédentes ABEF; ensuite une quatriéme à l'opposite CDGH; & de plus une cinquiéme par devant, comme FBDG; enfin une sixiéme, comme ACHE. Ces six Surfaces conçuës de cette maniere, contiennent en elles-mêmes une Etenduë de trois dimensions, qui sont la profondeur, la largeur, & la longueur. Cette Etenduë est semblable à celle que nous venons de concevoir entre deux Surfaces, avec cette seule différence, que cette derniere Etenduë est bornée de tous côtés, au-lieu que la précédente ne se trouve bornée que de deux côtés.

Pl. I. Fig. 11.

Pl. I. Fig. 12.

§. 65. Avons-nous bien conçu jusqu'ici autre chose qu'une simple Etenduë? Examinez bien l'idée que vous vous en êtes formée, & je vous demanderai ensuite: Si votre conscience vous dit, que l'idée de cette Etenduë soit la même que celle qu'on se forme d'un Corps? Cette idée différe-t-elle de celle que nous avons d'un Coffre vuide, dont on n'auroit fait que les côtés, sans qu'il soit encore rempli, comme il devroit l'être en effet, si l'on vouloit que nous eussions déja de cette maniere l'idée d'un Corps. Nous donnons à l'Etenduë, qui se trouve entre les Surfaces, & que l'on conçoit placée sur elle-même, le nom *d'Espace*, ou celui de *Vuide*; parce qu'on la conçoit sans Corps; & nous ferons voir dans la suite qu'elle est en effet sans aucun Corps.

§. 66. Ces six Surfaces conçuës dans la Fig. 12, ne font pas partie de l'Espace qu'elles renferment entr'elles: elles ne lui appartiennent pas non plus, comme partie d'un Tout; car l'Espace, que nous concevons ici, est une Etenduë de trois dimensions, au-lieu que les Surfaces sont d'une

d'une nature toute différente, puisqu'elles ne sont que des Etenduës de deux dimensions. Les Surfaces ne sont donc pas des parties de l'Espace; car toutes ses parties, s'il en avoit, devroient avoir trois dimensions. 2°. Il faut que je fasse voir à présent, que les Surfaces n'appartiennent pas à l'Espace. Pour rendre la chose sensible, il suffit seulement de démontrer que nous concevons l'Espace sans Surfaces. Quand on se représente le Vuide, situé entre deux Surfaces paralléles A B C D, E F G H, on voit clairement, que l'Espace de trois dimensions n'a pas besoin de Surfaces; car autrement on ne pourroit le concevoir sans quatre ou six Surfaces, tandis cependant qu'on peut le concevoir ici sans Surfaces en-haut ni en-bas, ni par devant ni sur les côtés. Les Surfaces n'appartiennent donc pas à l'Espace, & ne sont pas comme les parties d'un Tout. Nous voyons par-là, que l'Espace différe du Corps, que l'on ne peut concevoir, & qui ne peut être effectivement sans Surfaces; au-lieu qu'au contraire l'Espace n'a aucune Surface qui lui appartienne. Pl. I. Fig. 11.

§. 67. Allons encore plus loin, & concevons, que les Surfaces en s'éloignant les unes des autres, se meuvent en droite ligne toujours en lignes paralléles, & cela jusqu'à l'infini. Si donc nous formons l'idée d'un fort grand Espace, & même d'un Espace infini, en éloignant alors de notre pensée les Surfaces, puisqu'elles n'appartiennent pas même à l'Etenduë; nous conserverons toujours l'idée d'une Etenduë sans bornes, ou d'un Espace infini. Pl. I. Fig. 12.

§. 68. L'Espace infini, ou l'Etenduë, conçu de cette maniere, est 1°. sans Corps, c'est-à-dire, qu'il est un Vuide: 2°. Il peut être pénétré par un Corps, contre lequel il ne fait aucune résistance. 3°. Il est par tout homogene; car il n'est autre chose que l'Etenduë même, 4°. Il est comme une Unité continuë sans parties. 5°. Il est immobile; car le Vuide infini renferme toute l'Etenduë; & par conséquent le Vuide, que nous concevons, ne peut être transporté dans un autre Vuide. 6°. Il est immuable; car tout ce qui est immobile ne peut souffrir aucun changement. 7°. On peut cependant y concevoir des Surfaces, lesquelles, quoiqu'elles n'appartiennent pas au Vuide, font néanmoins qu'on peut en quelque sorte le diviser en parties, & que l'on en peut mesurer plusieurs parties situées entre ces Surfaces. 8°. On peut bien concevoir, que ces Surfaces changent de place; mais le Vuide qui est entredeux n'en peut changer, & ne peut non plus se partager, n'y ayant que les Surfaces qui puissent traverser le Vuide.

§. 69. Il paroît clairement par tout ce que nous venons d'exposer, que les Hommes peuvent se former une idée du Vuide, & que cette idée n'est pas l'idée *d'un Rien*; mais réellement l'idée d'une chose, qui posséde plusieurs Propriétés; quoique tout cela, comme nous l'avons donné à entendre jusqu'à présent, ne soit néanmoins qu'idéal, tant la chose elle-même, que les Propriétés qu'on lui attribuë. N'a-t-on pas mis tout en œuvre pour tâcher de faire voir, que l'idée du Vuide étoit contradictoire & quelque chose de ridicule, & qu'il en étoit aussi de mê-

 me

me à l'égard de l'idée seule *d'un Rien*. Voici de quelle maniere on raisonnoit. Représentez-vous, que parmi un grand nombre de Corps il s'en trouve un seul qui vienne à s'anéantir ; & alors il y aura une place vuide : Concevez ensuite, que cette place vuide s'anéantisse aussi, & que les autres Corps restent en repos comme auparavant ; alors l'état des Corps ne change pas, mais il ne se trouve rien entredeux ; & par conséquent le Vuide n'est autre chose qu'un simple Rien. Mais éxaminons un peu ces Sophismes. On dit : Concevez que parmi un grand nombre de Corps qui sont en repos, il y en ait un qui s'anéantisse, & alors il y aura ún Espace : Je tombe d'accord sur cela ; & j'apprends en même tems, que le parti contraire se forme & peut avoir, aussi bien que moi, une idée de l'Espace, quoiqu'il ne veuille pas le reconnoître. 2°. On dit : Concevez que l'Espace, qui se trouve entre les Corps qui sont en repos, vienne à s'anéantir, alors il n'y aura rien entre ces Corps, & ils restent en repos comme auparavant. Je ne tombe pas d'accord sur cet article ; car qu'est-ce que l'Espace ? Ce n'est certainement autre chose que l'Etenduë. Si donc on conçoit, que l'Etenduë & la distance entre les Corps n'éxistent plus, il faut de nécessité que les Corps se rapprochent, & qu'ils se se touchent, S'ils ne se rapprochent pas, je demanderai, s'ils ne sont donc pas éloignés l'un de l'autre ? Si l'on dit qu'oui, il y a donc une Etenduë, c'est-à-dire, un Espace entredeux. Si l'on dit que non, ils sont donc l'un près de l'autre, & ils se touchent. Par conséquent on ne sçauroit jamais concevoir que l'Espace entre les Corps soit anéanti, & qu'ils restent en même tems en repos.

§. 70. D'autres Philosophes se sont fait une toute autre idée de ce qu'ils appellent Espace, & ils prétendent démontrer par-là, qu'il ne peut y avoir de Vuide dans l'Univers. La chose n'est pas étonnante ; car l'idée qu'ils donnent du Vuide n'est pas moins différente de celle que nous en avons, que le Ciel différe de la Terre. Cela paroîtra clairement, si l'on fait quelque attention à la description qu'ils en donnent. Supposons, disent-ils, que quatre choses comme A, B, C, D, coéxistent ensemble ; considérons ensuite de quelle maniere A coéxiste avec B, & distinguons bien la maniere, dont A coéxiste avec C & avec D. Considérons encore & distinguons la maniere dont B, coéxiste avec C & D. Si l'on fait bien attention à l'ordre, dans lequel ces quatre choses sont situées l'une près de l'autre; & si l'on considére ensuite, que la distance entre A & C est différente de la distance qui se trouve entre A & D, on aura l'idée de ce qu'on nomme Espace, & alors on pourra définir l'Espace *un Ordre de choses qui éxistent ensemble, entant qu'elles éxistent dans un même tems.* Nous tombons volontiers d'accord, que nous pouvons nous former une idée de l'ordre qui se trouve entre des choses qui éxistent ensemble ; & comme il est libre a chacun de donner à ses pensées tel nom qu'il juge à propos, on peut par conséquent appeller cet ordre une *Distance ;* on peut aussi lui donner le nom *d'Espace ;* mais ne voit-on pas que cette idée différe entiérement de celle sous laquelle nous nous représentons l'*Espace*, l'*inter-*

l'Intervalle, la *Distance* ou le *Vuide*. On ne doit donc pas disputer ici sur la chose; car on ne peut jamais s'accorder là-dessus, puisque l'on donne un même nom à deux choses, qui sont fort différentes l'une de l'autre. Ces Philosophes assurent, qu'il paroît clairement, que la distance des choses est toujours pleine, & que par conséquent il ne peut point y avoir de Vuide. Mais ne voit-on pas d'abord qu'ils commencent par supposer quatre choses situées l'une près de l'autre, comme A, B, C, D, & que par conséquent il doit s'ensuivre, qu'en considérant A & C, la distance entre A & C soit remplie par B. Il en est de même de la distance entre A & D, laquelle est remplie par B & C. La question est donc de sçavoir, si on ne peut pas se former une idée de la distance entre deux choses, A & B, qui ne se touchent pas l'une l'autre? Nous assurons & soutenons que nous pouvons former une telle idée, & quant au reste, nous en laissons la décision au jugement d'un chacun: nous demandons seulement, si on ne peut pas concevoir aisément, qu'il y ait entre deux murs une Distance & un Intervalle de dix pieds, sans que cet Espace soit rempli par aucun Corps.

§, 71. Nous n'avons traité jusqu'ici que de l'idée du Vuide, de sorte que tout ce que nous avons dit n'est absolument qu'idéal; il faut à présent que nous passions à la seconde question que nous avons proposée au §, 61, & que nous fassions voir qu'il n'est pas impossible qu'il y ait dans le Monde un Vuide étendu. Pl. I. Fig. 15.

Supposons que Dieu ait renfermé dans la Sphére A tous les Corps qu'il a créés, & qu'ils y soient dans un repos parfait: supposons ensuite que le Créateur anéantisse, par sa toute-puissance, le seul Corps B, sans mouvoir aucun autre Corps; il est certain que dans ce cas, l'Espace A B C se trouvera sans Corps, & qu'il sera vuide. Ce Vuide ne sera pas rempli, puisque nous avons supposé que le Tout-puissant n'avoit anéanti que le seul Corps B, sans mouvoir les autres Corps, qui ne peuvent d'eux-mêmes se mettre en mouvement. Pl. I. Fig. 13.

§. 72, Nous ne voulons pas nous contenter de ce seul Argument, puisque nous pouvons en rapporter autant qu'on voudra, pour démontrer ce que nous avançons. Supposons donc encore, que le Créateur renferme toute la matiere dans les deux Sphéres A & B, qui ne se touchent qu'en un seul Point; il y aura par conséquent entre les Surfaces de ces deux Sphéres un Espace vuide, comme F C L, & D C F. Pl. I. Fig 14.

§. 73. Les Sçavans, qui ne veulent pas reconnoître le Vuide, ont exposé eux-mêmes les Raisonnemens que nous venons de faire de la maniere que voici. Le Rien se trouve entre les deux Sphéres A & B, & par conséquent ils se touchent l'un l'autre dans toute leur Surface: car dès que deux Corps se touchent réciproquement, le Rien se trouve entre leurs Surfaces: le Rien étant donc entredeux, il faut de nécessité qu'ils se touchent mutuellement dans toute leur Surface. Il n'est pas hors de propos d'examiner un peu ce Raisonnement. Il est bien vrai que lorsque des Corps se touchent réciproquement, le Rien se trouve entre les Surfaces, avec lesquelles ils se touchent. Il est vrai encore que

les Corps se touchent lorsque le Rien se trouve entredeux; mais il n'est pas vrai, que le Rien soit entre ces deux Sphéres A & B, puisque je soutiens qu'il y a alors un Espace, comme F C L, & que cet Espace n'est pas un *Rien*, mais une véritable Etenduë. D'ailleurs j'ai de la peine à concevoir, comment deux Sphéres se toucheroient l'une l'autre par toutes leurs Surfaces F C D, L C E, puisque tous les Mathématiciens font voir, que deux Sphéres ne se touchent que dans un point. On voit par-là d'une maniere évidente, que toute l'Objection n'est fondée que sur un faux Principe, sçavoir, que *l'Espace* est un *Rien*. On ne sçauroit rien dire d'un Rien, il n'a aucune Propriété, il n'est ni grand, ni petit: si l'Espace étoit aussi un Rien, nous n'aurions pas pu parler des Propriétés dont nous avons fait mention au §. 68.

§. 74. D'autres, voyant que l'Objection portoit contre les Mathématiques, ont répondu tout autrement, en disant, que ce qui se trouve entre les deux Sphéres A & B, est un Corps, parce que c'est une Etenduë, & qu'il y a toujours un Corps par tout où il y a une Etenduë.

Voilà encore un autre Sophisme, appuyé sur ce Principe: Que partout où il y a de l'Etenduë, il y a aussi un Corps. Cela n'est pas démontré, mais seulement supposé. Je demande seulement: s'il est impossible à l'Etre tout-puissant, de renfermer tous les Corps dans les deux Sphéres A & B: Si l'on me dit qu'oui, & qu'il l'a effectivement fait, il ne reste plus aucun Corps hors de A & B, & par conséquent l'Espace F C L, & D C E n'est rempli par aucun Corps. Mais si l'on dit, que Dieu ne sçauroit renfermer les Corps dans les deux Sphéres A & B, & que par conséquent les Corps F C L, D C E subsisteront toujours, il faut donc faire voir premierement l'impuissance de Dieu, ou l'Impossibilité de la chose. Ce seroit un blasphême que de soutenir le premier, & il y auroit de l'extravagance à soutenir le second.

§. 75. Mais à quoi bon toutes ces disputes sur la possibilité ou l'impossibilité de l'Espace? Car il pourroit arriver, qu'il seroit seulement possible, & que cependant il ne se trouveroit nulle part dans le Monde, & alors toutes ces disputes ne deviendroient-elles pas inutiles? Il en est de même à l'égard de tout ce que disent les Philosophes touchant la possibilité. Plusieurs d'entr'eux perdent ici bien du tems, prétendant que la Philosophie est une Science, qui doit traiter de la possibilité: certainement cette Science seroit alors fort inutile & assujettie à bien des égaremens. En effet, quel avantage me reviendroit-il d'employer mon tems à la recherche de tout ce qui est possible dans le Monde, tandis que je négligerois de rechercher tout ce qui est véritable. D'ailleurs, notre esprit est trop borné, pour que nous puissions jamais connoître ce qui est possible, ou qui ne l'est pas; parce que nous connoissons si peu de choses, que nous ne prévoyons pas les contrariétés qui pourroient s'ensuivre de ce que nous croirions être possible. Après tout, c'est se forger des chiméres, que de raisonner de la sorte. Nous aimons mieux par conséquent nous appliquer à ce qui est solide,

&

& nous attacher à faire voir par les Phénomènes & les effets des Corps, qu'il doit y avoir du Vuide dans ce Monde. Je me contenterai cependant dans ce Chapitre d'alléguer quelques Argumens, qui, pour avoir été déja proposés autrefois, ne laissent pas pour cela d'être bons, & n'ont jamais pu être réfutés solidement : car on ne doit pas croire, qu'on les ait refutés, parce qu'on a écrit contre : on a aussi écrit contre les Mathématiques, & contre la certitude de cette Science. Nous allons donc exposer d'abord les mêmes Raisonnemens qu'on a déja fait autrefois; puisque nous n'avons pas encore vu jusqu'à présent, qu'aucun Ecrivain ait jamais rien allégué qui fut capable de le détruire. Je rapporterai dans les Chapitres suivans plusieurs autres Preuves convaincantes, qu'on auroit ici un peu de peine à comprendre.

§. 76. Supposons deux Corps solides sans aucun Pore, A & B, il n'importe pas qu'ils soient grands ou petits, on les a marqués grands ici, afin qu'on puisse mieux se les représenter : Que ces Corps s'approchent l'un de l'autre, & qu'ils se touchent par leurs Surfaces C K & D P. Je vais entreprendre de démontrer à présent contre les Philosophes, qui prétendent que le Monde est tout rempli de Corps, & que tout se trouve environné d'Air ou d'une Matiere subtile; je vais, dis-je, entreprendre de démontrer, que dans le moment que ces deux Corps A & B se sépareront l'un de l'autre, comme on les a représentés ici, il faut de nécessité qu'il y ait eu un tems, pendant lequel il y avoit un Vuide entredeux. En effet, supposons qu'ils soient environnés de tous côtés d'une matiere aërienne fort subtile, qui soit toute prête à se précipiter entre ces deux Corps, & qui n'attende pour cela que leur séparation; cependant lorsque ces Corps viennent à s'éloigner l'un de l'autre, il faut que la matiere, qui doit couler entre-deux, avance de tous côtés avec vîtesse pour se jetter en dedans, afin de remplir l'intervalle, & il faut par conséquent qu'elle soit en dehors sur la hauteur autour de e e e e, avant qu'elle puisse arriver sur f f f f, & il faut aussi encore qu'elle soit arrivée ici, avant que de se rendre sur le milieu g g. Ainsi, quelque grande que soit la vîtesse avec laquelle on suppose que l'intervalle se remplira, il faut pourtant qu'il y ait eu un tems, pendant lequel il s'est trouvé un Vuide au milieu de l'Espace qui séparoit les deux Corps. Je vais encore faire voir que ce cas peut avoir souvent lieu. Tous les Corps qui se touchent réciproquement, ne se touchent que par leurs parties solides; par conséquent toutes les fois que deux Corps se séparent l'un de l'autre, ou qu'ils viennent à se rompre, il faut qu'il y ait un Espace vuide entre-deux, quoique les Corps soient environnés de tous côtés d'un Air subtil. Pl. I. Fig. 15.

§. 77. Tous les Corps, tant les grands que les petits, ont leur figure particuliere. Lorsque nous considérons un tas de Sable, nous remarquons, que les figures de beaucoup de grains différent l'une de l'autre; il doit donc y avoir, parmi toutes ces parties, une différence infinie dans la grandeur des intervalles qu'elles laissent entr'elles, Je veux bien

ſuppoſer avec les Sectateurs de Deſcartes, qu'il y ait un Air ſubtil, qui rempliſſe éxactement tous les intervalles qui ſe trouvent entre ces grains de Sable : Suppoſons à préſent qu'on vienne à remuer ce tas de Sable avec un bâton, & que d'autres parties ſe touchent enſuite l'une l'autre par le mouvement qu'on leur a donné; je demande donc ſi dans ce cas, il n'y aura pas une autre différence infinie dans les Eſpaces entre les grains qui ſe touchent à préſent l'un l'autre, & entre ces mêmes grains dans l'état où ils étoient auparavant. Comment eſt-ce que les parties de cet Air ſubtil, qui rempliſſoit ſi bien auparavant tous les vuides, les rempliront encore ici de la même maniere, puiſque les Eſpaces qui ſe trouvent entre les parties ſont alors d'une autre figure & d'une grandeur toute différente. La choſe n'eſt certainement pas concevable, à moins qu'on ne veuille s'imaginer que les particules ſubtiles de l'Air ſe briſent & ſe partagent en une infinité d'autres petites parties, pour remplir enſuite éxactement tous les petits intervalles vuides. Mais de quelle maniere toutes ces particules pourront-elles être briſées ? Comment eſt-ce que des choſes, qui ſont des Unités, peuvent être briſées ? Tout cela me paroît inconcevable. Il eſt donc certain qu'on ne peut remuer un tas de Sable, ſans qu'il s'y faſſe des Eſpaces vuides, qui ne ſeront remplis par aucune matiere.

§. 78. Il nous auroit été entiérement impoſſible de mouvoir aucun Corps, ou de le pouſſer en avant, s'il n'y eût eu beaucoup de vuide dans le Monde. Je me contenterai de donner ſeulement d'abord une idée de la grandeur du Monde. Les Aſtronomes modernes ont découvert que la Parallaxe annuelle des Etoiles n'eſt pas plus grande qu'une Seconde ; par conſéquent l'Etoile nommée Syrius, dans le grand Chien, doit être ſi éloignée de notre Terre, qu'un Boulet de canon, qui parcourt 600 pieds dans une Seconde, ne pourroit ſe rendre de notre Terre à l'Etoile précédente que dans l'eſpace de 104166666636 ans. Il y a dans le Ciel d'autres Etoiles, qui ſont trois, quatre, & même cinq fois plus éloignées de notre Globe. Celles qui ſont dans la Voye-lactée ſe trouvent encore à une diſtance infiniment plus grande ; de ſorte que l'Univers eſt infiniment grand. Suppoſez à préſent que cet Univers ſoit tout rempli de Corps, qui ſe touchent éxactement, & qui ſoient ſans le moindre Vuide, & conſidérez-le ſous la forme de ce Globe D, ou qu'il repréſente un Globe qui s'étende juſqu'aux Etoiles. Suppoſez alors votre doigt en A, & que vous vouliez en même tems le pouſſer depuis A juſqu'à D : certainement il faudra alors, pour que la choſe puiſſe avoir lieu, que tous les petits Corps ſitués entre A & D ſoient pouſſés en avant ; car comme ils ſe touchent l'un l'autre, le premier ne peut s'avancer hors de ſa place, à moins que tous les autres qui ſont placés devant lui ne ſoient pouſſés en avant ; mais le nombre de ces Corps eſt infini, & par conſéquent ils doivent faire une réſiſtance infinie par leur Force d'Inertie ; de ſorte que la force du doigt n'étant pas infinie, il ſera entiérement impoſſible de le pouſſer en avant. Examinons à préſent, ſi nous ne pouvons pas avan-

Pl. I. Fig. 16.

cer

cer le doigt, & si nous rencontrons une grande résistance lorsque cela nous arrive? Non sans doute, on peut le pousser avec facilité, on ne sent même presque alors aucune résistance; & par conséquent il n'y aura que peu ou point de Corps, mais bien du vuide entre A & D, car le Vuide ne fait aucune résistance.

§. 79. Si un Corps est mû à travers ce liquide subtil, auquel on donne le nom de Mercure, il souffre une grande résistance: Si ce même Corps est poussé avec la même vîtesse qu'auparavant à travers l'Eau, il rencontre une résistance, qui est quatorze fois moindre que dans le Mercure: Enfin, si on pousse encore ce Corps avec la même vîtesse à travers l'Air, il trouve une résistance qui est 14000 fois moindre que celle qu'il rencontre à travers le Mercure. Supposons à présent avec les Sectateurs de Descartes, que l'Air subtil se trouve entre les petites parties de ces liquides, que cet Air remplisse éxactement tout, en sorte qu'il n'y reste aucun vuide: je soutiens qu'alors il ne doit se trouver aucune différence dans la résistance que feront les trois liquides précédens contre le Corps qui est mû au milieu d'eux: car ce Corps, qui est en mouvement est obligé de pousser hors de leur place la même quantité de Corps, soit qu'il nage dans l'Eau, soit qu'il se trouve dans le Mercure ou dans l'Air. En effet, tant plus il y a de parties de Mercure dans un pied cubique que de parties d'Eau, tant moins aussi il devra y avoir d'Air subtil entre les parties du Mercure qu'entre celles de l'Eau; cependant un pied cubique de Mercure, rempli d'Air subtil, produit un pied cubique de Corps, de même qu'un pied cubique d'Eau rempli aussi d'Air subtil, produira un pied cubique de Corps, c'est-à-dire, tout autant qu'auparavant; de sorte que le Corps en question aura besoin d'autant de force, pour se mouvoir à travers un pied cubique d'Eau, comme pour être poussé à travers un pied cubique de Mercure, puisqu'il faut dans tous ces deux cas pousser un pied cubique de Corps hors de leur place. L'Expérience nous a appris, comme je l'ai déja remarqué ci-dessus, que la résistance du Mercure contre ce Corps est quatorze fois plus grande que celle de l'Eau, & quatorze mille fois plus grande que celle de l'Air. Est-il donc possible que tous les liquides soient entiérement remplis d'Air subtil? Nous ne croyons pas que cela soit.

§. 80. On repliquera peut-être, que la résistance des fluides dépend de la grandeur de leurs petites parties, & que c'est pour cela que l'Air subtil ne fait point de résistance. Mais que devient donc alors la Force d'Inertie qui est dans les Corps, & que nous avons fait voir être proportionnelle à la grandeur des parties & à la masse des Corps? Voilà à quoi on ne pense pas, lorsqu'on fait de pareilles Objections. Par-tout où se trouve la même quantité de Corps en mouvement, il faut qu'il y ait la même résistance de la part de la Force d'Inertie; & par conséquent, comme l'Eau, le Mercure & la Lumiere, seroient remplis d'Air subtil, il faudroit que la même quantité des parties solides fût mise en mouvement, & qu'ainsi il y eût la même résistance, ce qui ne s'accorde en aucune maniere

niere avec l'Expérience. Que devons-nous donc conclure ? Qu'il y a non-seulement beaucoup de petits corps dans le Mercure, mais aussi beaucoup de Vuide ; qu'il y a quatorze fois plus de Vuide dans l'Eau ; qu'il s'en trouve quatorze mille fois davantage dans l'Air ; & que pour cela la résistance de l'Eau, qui vient du petit nombre des parties solides, qui doivent être mises en mouvement, est quatorze fois moindre que celle du Mercure ; & que l'Air, qui contient quatorze mille fois moins de parties solides que le Mercure, fait aussi une résistance qui est quatorze mille fois moindre que celles du Mercure. On pourroit aussi demander à nos Adversaires, comment ils sçavent que la résistance des liquides dépend de la grosseur des petites parties ? Sçait-on aussi si les particules de l'Eau sont plus petites que celles du Mercure ? Je voudrois bien qu'on m'en donnât de bonnes preuves ; car je reconnois que je n'ai jamais rien entendu de semblable. Il faudroit d'ailleurs, que l'Air qui a si peu de résistance, fut beaucoup plus délié que le Mercure ou que l'Eau, ce qui est contraire au sentiment du judicieux Monsieur de Reaumur, qui prétend, que les parties de l'Air sont si grosses, que plusieurs particules aqueuses peuvent s'y introduire. Cependant la grosseur des parties pourroit faire encore quelque chose ; mais elle ne produiroit pas une si grande différence, que celle qui se trouve entre 1 & 14000. Nos Adversaires supposent encore, que l'Air subtil ne fait point de résistance ; & ils ne font cette supposition, que dans ce cas, où ils semblent en avoir grand besoin pour pouvoir raisonner contre le Vuide ; car dans d'autres occasions ils attribuent à ce même Air une grande résistance, lorsqu'ils croyent qu'ils ont encore besoin de cette nouvelle supposition. Voici un autre éxemple de leur maniere de raisonner. Ils disent, en parlant de la Pesanteur, que cette matiere subtile fait tomber les Corps, & qu'elle est la cause de la Pesanteur. On peut voir par cet échantillon, dans quel galimatias ils se jettent au sujet de cet Air subtil. D'autres ont entrepris d'expliquer la chose d'une toute autre maniere. Ils ont avancé, que la résistance de cet Air subtil n'avoit lieu, que lorsqu'il étoit mû de haut-en-bas, ou de bas-en-haut, & non lorsqu'il étoit poussé en ligne paralléle à l'Horison. Mais ces Messieurs ne faisoient donc pas alors attention, que les autres liquides étant aussi mus en ligne paralléle à l'Horison, ne devroient par conséquent faire aucune résistance, comme ils ne laissent pourtant pas d'en faire, ce qui est une suite des preuves qu'ils alléguent ; & ainsi ces Messieurs sont encore ici dans l'erreur.

Pl. I. Fig. 17. §. 81. Soient deux Globes A & B qui se touchent l'un l'autre, placés au milieu d'un liquide : supposons ensuite que A ait parcouru la longueur de son Diamétre vers C, il faudra donc aussi que le Globe B ait parcouru autant d'espace ; mais le liquide, qui est placé devant A, n'a pu se mouvoir que depuis C jusqu'à E, en sorte que C E, est égal au Diamétre A C, car le liquide ne peut parcourir un plus long Espace que le Globe A lui-même. Il en est de même à l'égard du liquide situé devant la partie antérieure de B, & qui se trouve placé entre A & B ; car il se sera alors avancé

depuis

depuis A jusqu'à F : ainsi puisque le liquide de C n'est parvenu que jusqu'à E, & que celui de A n'est arrivé que jusqu'à F, il ne pourra de cette sorte y avoir aucune matiere entre E A F, & par conséquent il s'y trouvera nécessairement un grand vuide. Mais si l'on veut supposer, que le liquide a été mû depuis la place antérieure C, jusqu'à A, & celui de A jusqu'à C vers la partie postérieure, il faut de nécessité que le liquide soit mu avec plus de vîtesse que les Globes A & B eux-mêmes; car ceux-ci ne parcourent que la longueur de leur Diamétre, au-lieu que le liquide parcourt la longueur de la moitié de la Circonférence d'un très-grand Cercle; ce qui est par conséquent aussi impossible, à moins qu'en chemin faisant il ne se soit trouvé un Espace vuide; car un Corps de moindre étenduë ne peut pas remplir tantôt un plus grand, tantôt un plus petit chemin.

§. 82. Quelques Philosophes ont mis tout en œuvre, pour tâcher d'énerver les argumens allégués en faveur du Vuide. Ceux au contraire qui ont eu recours à des preuves bien solides, qui ont fait en même tems des Observations, & qui ont eux-mêmes éxaminé les Corps avec soin, ont presque conclu unanimement, qu'il devoit y avoir du Vuide. Les premiers, qui ont fait plus de cas d'une Science toute chimérique, ne se sont occupés qu'à établir leur Systême sur un fondement si peu solide, & à faire des Objections, sans jamais éxaminer si elles étoient faites à propos ou non, si elles étoient concluantes ou si elles ne l'étoient pas. Il paroît que plusieurs de ces Philosophes se sont beaucoup plus appliqués à faire voir leur esprit, & les talens qu'ils avoient pour écrire & discourir, qu'à rechercher la Vérité; car autrement ils n'auroient pas manqué d'avoir eux-mêmes honte de la foiblesse des raisons qu'ils ont alléguées. Ils ont recours, dans cette occasion, à la Bonté de Dieu, à sa Toute-puissance & à sa Sagesse. Ils disent, que plus il y a de Corps dans le Monde, plus aussi Dieu a d'occasion d'opérer, pour faire voir sa Puissance & sa Sagesse, qui se manifeste par tout, & qu'il a portée au plus haut point de perfection. Ainsi, continuent ces Philosophes, puisque Dieu n'agit que sur les Corps & point sur l'Espace, il faut de nécessité qu'il y ait des Corps par-tout, & qu'il n'y ait point du tout d'Espace. Mais en vérité toutes ces Objections tombent bien vîte, dès qu'on fait voir que Dieu agit aussi bien dans le Vuide que dans les Corps; qu'il conserve également l'un & l'autre; qu'il remplit tout, parce qu'il se trouve présent par-tout; & enfin, qu'il manifeste par-tout sa Puissance & sa Sagesse, tant dans le Vuide que dans les Corps. 2°. D'ailleurs, si Dieu a voulu créer le Ciel & la Terre, c'est-à-dire, une Etenduë vuide avec les Corps, je demanderai s'il n'a pas pu l'éxécuter, ou si, après l'avoir fait, sa Puissance & sa Sagesse n'éclatent pas assez de tous côtés, & ne doivent pas être reconnus éternellement? Il suffit que cet Etre souverain ait tiré du néant l'Etenduë & les Corps, pour que l'on reconnoisse par-là sa Puissance infinie & sa Sagesse, quand même on supposeroit que toute l'Etenduë ne seroit que de la grandeur d'un pouce, & que les Corps ne seroient pas plus gros qu'un grain de Sable. Mais éxaminons un peu, quels sont

les Corps qui ont été créés par cet Etre infiniment sage & infiniment puissant. La Terre que nous habitons est déja un assez gros Globe, dont nos Vaisseaux ne parcourent qu'une petite partie, lorsqu'ils partent de Hollande pour se rendre aux Indes, où ils arrivent dans l'espace de neuf Mois. Le Soleil est du moins cent mille fois plus grand que la Terre. D'habiles Astronomes de notre Siécle prétendent qu'il y a plusieurs Etoiles fixes, qui sont aussi cent mille fois plus grandes que le Soleil. Le nombre des Etoiles est infini, puisqu'on en découvre continuellement de nouvelles à l'aide de certaines grandes Lunettes d'approche. Ainsi la création d'un si grand nombre de Corps, qui sont tous d'une grandeur si prodigieuse, ne fait que trop voir la Bonté infinie de l'Etre suprême, aussi bien que sa Puissance & sa Sagesse. Cette même Sagesse ne paroît pas moins dans la création de l'Espace ou de l'Etenduë vuide qui contient tous ces grands Corps, qui est elle-même infinie, & qui pourroit aussi comprendre infiniment plus de Corps, si c'eût été la volonté de Dieu. Ne falloit-il donc pas une Puissance infinie pour la production de cet Espace infini? On voit par-là, combien sont foibles les Objections de nos Adversaires.

§. 83. Ces mêmes Philosophes ont cru, qu'ils trouveroient mieux leur compte, en proposant une autre sorte d'Objection. Ils disent, que Dieu n'agit que sur les Substances les plus parfaites, que les Corps ont toutes les perfections, que le Vuide n'en a aucune, & que par conséquent il ne peut y avoir de Vuide. Mais je voudrois bien sçavoir, si un Homme ne posséde pas plus de perfections que les Bêtes sauvages, que les Plantes & que les Mineraux? J'ai de la peine à croire qu'on ose jamais le nier. C'est donc une conséquence du Raisonnement précédent, que Dieu ne devroit agir que sur les Hommes, comme étant les Substances les plus parfaites, ou sur les Anges, sans prendre aucun soin ni des Plantes, ni des Mineraux. Mais il y a encore plus que tout cela. Si Dieu n'a voulu agir que sur les Substances les plus parfaites, pourquoi n'a-t-il créé que deux Hommes, au-lieu d'en créer quelques millions de plus, pour agir sur eux? La raison pour laquelle il ne l'a pas fait, c'est qu'il ne l'a pas voulu, & il a jugé que sa gloire éclatoit suffisamment dans la création de deux seuls Hommes: s'il a jugé à propos de ne produire qu'un petit nombre de Corps, & de les placer dans un grand Espace, c'est qu'il l'a voulu, & sa volonté suffisoit dans cette occasion: sa Gloire, sa Puissance, sa Sagesse infinie, & sa Bonté se font assez remarquer dans tout ce qu'il a créé.

2°. On voit par ce qui se passe dans la Nature, que Dieu a voulu créer les Corps, qu'ils fussent mis en mouvement: il étoit besoin pour cela d'un Espace vuide, dans lequel ces Corps pussent se mouvoir; & de cette maniere, sa Sagesse s'est manifestée dans la création de cet Espace, ayant si bien placé les Corps dans cette circonstance, que rien ne les empêche de se mouvoir.

§. 84. Je veux aller encore plus loin. Je soutiens, que ceux qui établissent un Espace sans Corps, font éclater la Puissance & la Gloire de

Dieu

Dieu beaucoup davantage, que ceux qui ſont d'une opinion contraire : car nous établiſſons de plus une autre ſorte de choſes créées, au-lieu que nos Adverſaires prétendent qu'il n'y a que des Corps & des Eſprits. Plus grand eſt le nombre des différentes Subſtance que nous pouvons découvrir, plus auſſi nous enrichiſſons l'Intelligence Divine, qui a eu le pouvoir de les faire éxiſter. Parmi les Hommes, celui qui a trouvé un grand nombre de différentes ſortes d'inventions, ne ſera-t-il pas regardé pour être plus habile, & ne lui rendra-t-on pas plus d'honneur, qu'à celui qui n'a été l'inventeur que d'une ſeule choſe. Mais nous ne nous ſommes déja que trop occupés à éxaminer tous ces Raiſonnemens de nos Adverſaires, qui n'étoient ni ſolides ni de grande importance.

§. 85. L'Objection ſuivante n'eſt pas mieux fondée que les précédentes. Si l'Eſpace eſt une Subſtance, elle ſubſiſtera beaucoup plus par elle-même que toutes les autres, & même Dieu n'aura pas le pouvoir de l'anéantir.

J'avois toujours cru que dans l'éxiſtence des choſes, (ſi l'on en excepte Dieu) il n'y avoit ni plus ni moins de force, & que leur ſubſiſtance ne différoit en aucune maniere de leur éxiſtence. Mais voyons un peu ſi il ne feroit pas poſſible que l'Eſpace pût être anéanti. Dieu veut-il que les Corps ſoient anéantis, ils le ſeront bien-tôt; car c'eſt lui qui leur a donné l'être, ils dépendent de lui, & il eſt tout-puiſſant. Veut-il auſſi que l'Eſpace ſoit anéanti, il faudra qu'il n'éxiſte plus, & qu'eſt-ce qui pourroit l'empêcher ? Dieu veut-il qu'il n'y ait rien hors de lui, & il n'y aura bien-tôt ni Eſpace, ni Corps. Il n'y a dans l'Eſpace aucune force qui puiſſe le faire ſubſiſter; il ne ſe trouve en lui aucune réſiſtance, & il peut être par conſéquent anéanti avec d'autant plus de facilité. De pareilles Diſputes ne ſont pas de grande utilité, puiſque tout cela n'eſt autre choſe que de pures chiméres; car nous ſçavons, par ce que Dieu a révélé, qu'il ne veut rien anéantir, & qu'il n'anéantira rien de tout ce qu'il a créé. N'eſt-ce pas une marque du plus grand de tous les égaremens, que l'Homme, dont l'eſprit eſt ſi borné, oſe parler de ce que Dieu pourroit ou ne pourroit pas anéantir ? Pouvez-vous vous former une idée claire de la maniere dont il s'eſt fait quelque choſe de rien, ou comment une choſe peut ſe changer en rien ? Et par conſéquent ſoutiendrez-vous que les Corps peuvent être anéantis, & que l'Eſpace pourroit toujours ſubſiſter ? Les Mathematiciens enſeignent, qu'on ne peut tirer des concluſions certaines que des idées bien claires.

§. 86. On a encore recours à d'autres artifices pour exclurre le Vuide du Monde. Il faut le rendre ſuſpect par des conſéquences qui le rendent odieux. Mais tout cela prouve, qu'on perd toute eſpérance de pouvoir le détruire, & que ſon éxiſtence n'eſt que trop bien prouvée. Mais, dit-on, ſi le Vuide eſt une Subſtance, il faut qu'elle ſoit parfaite, éternelle, éxemte de toute paſſion, & qui plus eſt, indépendante de Dieu même : il y aura par conſéquent deux Subſtances indépendantes dans le Monde, ſçavoir le Vuide & Dieu; ce qui eſt très abſurde & impie.

Rien

Rien n'est plus facile que de lever ces difficultés. Il suffit de répondre simplement que l'Espace est une Substance, de même que les Corps & les Esprits sont aussi des Substances. Le Vuide est une Substance d'une nature particuliere, les Corps sont des Substances d'une autre sorte, & les Esprits sont encore d'autres Sustances d'une troisiéme sorte. Le Vuide est aussi une Substance parfaite dans son genre, de même que les Corps sont pareillement des Substances parfaites dans leur genre; mais la perfection du Vuide & de ces Corps ne consiste pas en ce qu'ils possédent toutes les Propriétés, ils n'en n'ont que quelques-unes, & seulement celles que le Créateur a bien voulu leur donner. Quand à l'éternité du Vuide, on ne sçauroit la lui reconnoître en aucune maniere : il est créé : l'Ecriture dit, que Dieu a créé le Ciel & la Terre : on doit entendre par le Ciel, l'Espace ou le Vuide, & par la Terre, il faut entendre tous les Corps. Le Vuide a été créé; car il n'est pas nécessaire, & Dieu pouvoit rester toujours en lui-même, si c'eût eté sa volonté de ne remplir point l'Espace, & de ne pas l'occuper, de même que notre Esprit ne remplit pas une étendue dans nos Corps. Le Vuide n'est nécessaire que pour contenir les Corps, & afin qu'ils puissent y être mis en mouvement. Il ne peut être éternel; car il n'a en lui-même aucune force pour agir, ou pour se donner l'éxistence: ainsi il est impossible qu'il ait éxisté avant Dieu, ou en même tems; mais il faut de nécessité qu'il ait été produit par cet Etre suprême, qui a tout créé par sa seule volonté; & par conséquent Dieu est la seule Substance qui soit de toute éternité. Le Vuide ayant donc eté produit, doit dépendre de son Créateur, & ne peut être indépendant, à moins que la Créature ne soit indépendante de celui qui lui a donné l'éxistence, ce qui est contradictoire. On dira, qu'on ne sçauroit concevoir, comment Dieu a pu créer l'Espace sans Corps. J'avouë ingénument, que je ne sçaurois non plus le concevoir; mais il m'est aussi impossible de comprendre de quelle maniere les Corps ont pu être tirés du néant, quoique cela soit pourtant vrai, & qu'il soit en effet nécessaire qu'ils ayent été créés. On avance, que le Vuide n'est pas susceptible de passions, j'en tombe d'accord, il ne peut être mis en mouvement, ni être partagé en diverses parties, sa nature ne le permet pas; mais il est cependant en quelque sorte susceptible de passion ou sujet au changement, puisqu'il peut être rempli par les Corps, comme cela est arrivé en partie dans la création; & il peut aussi en être privé, si Dieu prenoit la résolution d'anéantir les Corps. C'est ainsi que tombent toutes ces nouvelles difficultés.

§. 87. On peut donc dire de l'Espace de ce Monde, qu'il est d'une grandeur infinie, sans aucunes bornes, homogene en tout & sans aucune différence, continu, immobile, indivisible, de sorte qu'il ne s'y trouve effectivement aucune partie; mais pour aider la foiblesse de notre entendement, nous y concevons des parties, tantôt grandes, tantôt petites, & que l'on peut mesurer; il peut être pénétré par les Corps sans faire aucune resistance; il contient tous les Corps, & leur donne le moyen de pouvoir se mettre en mouvement.

§. 88.

§. 88. Il s'eſt trouvé de grands Philoſophes, qui reconnoiſſant que l'Eſpace eſt infini, & conſidérant en même-tems que Dieu eſt un Etre infini, doué d'une infinité de perfections, ſe perſuadant en même-tems que l'Etenduë doit être miſe au nombre des perfections, ont établi, que cette Etenduë convenoit à Dieu; & comme l'Ecriture ſainte nous apprend, que tout eſt en Dieu, & que la raiſon nous dicte que les Corps ſont dans l'Eſpace, ils ont dit, que cet Eſpace infini étoit la Grandeur même de Dieu, que c'étoit de cette maniere que Dieu ſe trouvoit par-tout, & occupoit tout en lui-même. Ce ſubtil raiſonnement a été fait par de grands Hommes, autrefois les Soutiens de la véritable Egliſe; ce qui nous engage de ne parler de ce ſentiment qu'avec reſpect. Il nous paroit qu'il s'y rencontre quelques difficultés, que voici. 1°. Quoique l'Eſpace ait quelque rapport avec Dieu, particulierement en ce qu'ils ſont l'un & l'autre infinis, il ne s'enſuit pourtant pas de-là, qu'on doive les regarder tous deux comme une même choſe; car l'Eſpace a auſſi du rapport avec les Corps, en ce qu'ils ſont étendus, quoiqu'il y ait d'ailleurs de la différence entr'eux. C'eſt ainſi que notre Ame reſſemble à Dieu, en ce qu'ils ſont l'un & l'autre des Eſprits, en ce qu'ils penſent tous deux, quoiqu'ils différent infiniment l'un de l'autre. 2°. S'il n'y avoit point de Corps, l'Eſpace ne ſeroit ni néceſſaire, ni d'aucune utilité: au-lieu qu'on ne peut établir en Dieu aucun Attribut, qui ne lui ſoit néceſſaire, & qui n'ait toujours ſon utilité. 3°. On ne reconnoit en Dieu, qui eſt un Etre toujours actif, que des Attributs toujours actifs, & par conſéquent comment peut-on lui attribuer une propriété qui n'opere pas? 4°. Lorſque nous éxaminons notre Eſprit, nous ne trouvons pas qu'il ſoit étendu; pourquoi donc voudrions-nous attribuer l'Etenduë à Dieu, qui eſt un Eſprit?

§. 89. Dieu eſt cependant dans l'Eſpace de ce Monde, il le remplit également par-tout; car il n'y a aucun endroit où il ne ſe trouve, & où ſa préſence ne ſoit néceſſaire pour l'entretien & la conſervation de l'Univers. Si nous voulions ſuppoſer, que Dieu ne ſe rencontrât pas dans quelqu'une des parties de l'Eſpace, il ne ſeroit pas préſent par-tout, ni abſolument néceſſaire, car il pourroit alors de la même maniere ne pas ſe trouver dans quelqu'autre partie de l'Eſpace, ni enſuite dans une autre partie voiſine, & ainſi de ſuite, en ſorte qu'enfin il pourroit être entierement hors de l'eſpace. Il s'enſuivroit donc de-là que l'Eſpace pourroit ſubſiſter par lui-même, ce qui eſt abſurde, puiſque par-là on fait la Créature indépendante, & que d'ailleurs on bannit la toute-préſence de Dieu. Il faut par conſéquent établir, comme nous l'enſeigne l'Écriture Sainte en pluſieurs endroits, que Dieu eſt préſent par tout, & qu'il ſe trouve dans tout l'Eſpace, par ſa vertu & par ſes opérations, entretenant & rempliſſant toutes choſes. Mais comment eſt-ce que Dieu remplit l'Eſpace? C'eſt ici où notre eſprit s'arrête: nous diſons tous en bégayant, que cela ne ſe fait pas de la même maniere, que lorſque nous, ou les autres Corps rempliſſent une place, mais que cela arrive d'une façon qui nous eſt in-

 connuë

connuë, & qui convient à Dieu. Ainsi nous avoüons qu'il n'y a rien que nous comprenions moins que la présence de Dieu par tout; quoiqu'il n'y ait cependant rien que nous voulions reconnoitre & recevoir plus volontiers, en rendant notre Etendement captif sous l'autorité de la Révélation.

CHAPITRE IV.

Du Lieu, du Temps, & du Mouvement.

§. 90, ON distingue le Lieu, que les Corps occupent, en Lieu *Absolu* & Lieu *Relatif*. Le Lieu *Absolu* est une partie de l'Espace de l'Univers, laquelle est remplie par les Corps. Le Lieu Relatif est une certaine situation, où un Corps se trouve par rapport à d'autres Corps, que nous découvrons à l'aide de nos sens, & avec lesquels nous le comparons. On lui donne le nom de *Relatif* parce qu'il dépend en quelque sorte des autres Corps, dont on compare la relation qu'ils ont avec lui. En voici un exemple. La Porte d'une Ville, entant qu'elle est étenduë, occupe une partie de l'Espace du Monde, & se trouve parlà dans son Lieu absolu : mais entant qu'on la compare avec la distance où elle est, du milieu de la Ville, de certaines Maisons, des Remparts, elle est dans son Lieu Relatif.

§, 91. Le Lieu Relatif d'un Corps peut donc rester toujours le même, quoique son Lieu Absolu vienne à changer. Que l'on suppose un Homme, qui se tienne tranquille dans une Barque de trait, cet Homme est toujours également éloigné de toutes les parties de cette Barque, & il se trouve par conséquent toujours à cet égard dans le même Lieu, c'est-à-dire, dans le même Lieu Relatif; mais comme la Barque avance sans cesse, cet Homme ne reste pas dans la même partie Commune de l'Espace, étant transporté d'une partie dans une autre, ce qui fait qu'il change de Lieu Absolu. Lorsque nous supposons quelques Hommes dans une Chambre, où ils se tiennent d'abord tous tranquilles, il restent alors dans le même Lieu Absolu & Relatif; mais dès que quelques-uns d'entr'eux commencent à se lever, & à se rendre dans un coin de la Chambre, ceux qui continuent à être tranquilles conservent leur Lieu Absolu, tandis que ceux qui se promenent cessent d'y rester; mais tant ceux qui sont tranquilles, que ceux qui se promenent, ils changent tous de Lieu Rélatif, soit qu'ils se rapprochent les uns des autres, ou qu'ils s'en éloignent davantage. Les anciens Philosophes ont beaucoup écrit du Lieu, & ont fort disputé entr'eux sur cette matiere, quoique rien n'eût été plus facile que de réduire la question à cette simplicité, où nous la voyons ici. Nous croyons donc que le peu que nous venons d'en dire doit être regardé comme suffisant.

§. 92. Le *Temps* n'est pas une chose qui soit réelle dans le Monde, ou qui

qui ſubſiſte par elle-même, ce n'eſt que l'idée d'un certain ordre de choſes, qui ſe ſuivent continuellement l'une l'autre, comme dans une file & ſans aucune intermiſſion. Pour ſçavoir ce que c'eſt que le Temps, il ſuffit de faire attention à la maniere dont nos idées ſe ſuccédent continuellement les unes aux autres : ou de conſidérer comment les choſes créées durent, & de quelle maniere la durée de l'une ſuit celle de l'autre ſans la moindre intermiſſion, On ſe fait encore une idée du Temps, lorſqu'on réfléchit ſur la maniere, dont un Corps en mouvement change continuellement de place, en paſſant ſucceſſivement de l'une dans une autre. Lorſqu'on fait enſuite attention à cet enchainement des idées de notre Ame, qui ſe ſuivent l'une l'autre, on ſe repréſente en même tems le nombre de toutes ces idées qui ſe ſuccédent; & de ces deux idées, de l'ordre dans lequel elles ſe ſuivent, & de leur nombre, on ſe forme une troiſiéme idée, qui nous repréſente le Temps comme une grandeur, qui s'augmente continuellement. On voit par-là que tout cela n'eſt qu'idéal.

§. 93. Quelles ſont de toutes les choſes que nous concevons celles, dont l'ordre eſt le plus uniforme dans le cours qu'elles obſervent ? Ce ſont toutes celles dans leſquelles on remarque une ſuite continuelle d'éxiſtences ſucceſſives, qui conſiſte dans leur durée. C'eſt à cette ſuite que nous donnons le nom de *Temps Véritable*, qui n'eſt en effet qu'un cours continuel & uniforme de la durée ou de l'exiſtence ſucceſſive des choſes. Il ſeroit à à ſouhaiter que nous euſſions une meſure, à l'aide de laquelle nous puiſſions meſurer le Temps Véritable ; mais cette meſure nous manquant, nous avons été obligés de recourir à quelqu'autre moyen. Comme nos idées, qui ſe ſuccédent les unes aux autres dans notre Ame, ne ſe manifeſtent pas toujours également ; mais ſouvent avec trop de rapidité, comme il arrive le matin, ou lorſque nous avons bu un peu de vin ; quelquefois trop lentement, comme le ſoir, ou lorſque le Corps eſt épuiſé par le travail, & même auſſi lorſqu'on a beaucoup médité ſur quelque ſujet ; il arrive de-là, que le cours ou la ſuite ſucceſſive de nos idées ne peut être la meſure du Temps véritable.

§.94. Nous avons coutume de meſurer le *Temps Relatif* à l'aide du mouvement de certains Corps. C'eſt ainſi que nous meſurons la durée d'un Jour par le mouvement circulaire de notre Globe autour de ſon Axe. Nous meſurons auſſi la durée d'une Année par le mouvement & le cours de la Terre autour du Soleil. Cette meſure eſt fort incertaine, parceque le mouvement des Corps n'eſt pas toujours également rapide. Les Aſtronomes démontrent d'une maniere claire, que le mouvement de la Terre autour du Soleil eſt fort inégal. Il paroît que le mouvement le plus égal eſt celui de la Terre autour de ſon Axe.

§. 95. Nous voyons donc par ce qui précéde, que le Temps n'eſt pas une Subſtance, ni rien de corporel, comme pluſieurs anciens Philoſophes l'ont cru ; mais qu'il n'eſt autre choſe qu'une idée, qui dépend de la ſuite des choſes que nous concevons. Ainſi, s'il n'éxiſtoit aucune choſe, il n'y auroit auſſi point de Temps.

§. 96. Concevons un Point mathématique, qui avance continuellement & également; ce point décrira une Ligne droite, c'eſt-à-dire, qu'il parcourra un eſpace droit, que nous pouvons concevoir comme étant marqué ſur un Plan. Cette Ligne peut nous repréſenter le Temps, ou du-moins ſa meſure; & ſa longueur peut repréſenter la ſomme de tous les momens du Temps. Cette même Ligne peut auſſi être diviſée en une infinité de parties, de même que le Temps. Suppoſons une Ligne qui ſoit de la longueur d'un pied, & qui repréſente le Temps d'une heure : la longueur d'un demi pied eſt par conſéquent la meſure d'une demie heure : ſi le pied étoit diviſé en 3600 parties, une de ces parties ſeroit la meſure d'une ſeconde. Nous avons vu, qu'on peut concevoir une Ligne diviſible à l'infini, il en eſt auſſi de même à l'égard du Temps; car on partage une heure en 60 minutes, une minute en 60 ſecondes, une ſeconde en 60 tierces, une tierce en 60 quartes, & ainſi juſqu'à l'infini. Il nous ſera donc permis dans la ſuite de repréſenter le Temps par ſa meſure, c'eſt-à-dire, par des Lignes.

§. 97. Nous appellons *Mouvement Abſolu*, la ſuite continuelle de l'éxiſtence d'un corps dans diverſes parties de l'Eſpace immobile de ce Monde. C'eſt en cela que conſiſte le véritable mouvement d'un corps. Si notre Globe étoit en repos, nous pourrions connoitre le véritable mouvement & la vîteſſe des corps; mais nous ne voyons pas d'une maniere claire, ni ſur le champ, ſi un corps eſt mû, parceque la Terre tourne tant autour de ſon Axe qu'autour du Soleil. Suppoſons en effet, qu'une Tour vienne à ſe détacher de la Terre, & qu'elle reſte immobile dans l'eſpace vuide de ce monde, nous ne laiſſerions pourtant pas de la voir, comme ſi elle étoit dans un mouvement violent & qu'elle s'éloignât continuellement de nous, & cela ſeulement parceque la Terre a deux ſortes de mouvement. C'eſt pour cela que les Philoſophes ont diſtingué trois ſortes de mouvement, qui ſont, 1°. le Mouvement Abſolu, 2°. le Relatif Commun, 3°. le Rélatif Propre.

§. 98. On appelle *Mouvement Relatif Commun*, lorſqu'un corps qui eſt emporté avec d'autres, reſte en repos à leur égard, mais qu'il change de place, lorſqu'on le compare avec d'autres corps éloignés. Un Pilote éprouve un pareil mouvement, quand il ſe tient tranquille au gouvernail d'un Vaiſſeau qui va à la voile, ou qui eſt tiré; car il ſe trouve en repos à l'égard de ſon Vaiſſeau; mais il eſt en mouvement à l'égard des autres corps éloignés, comme du bord ou du rivage. Il en eſt auſſi de même d'un poiſſon mort, qui eſt emporté avec l'eau d'une Riviere, car il eſt en repos à l'égard de la Riviere, avec laquelle il avance également vîte, tandis qu'il eſt en mouvement à l'égard du rivage.

§. 99. On appelle *Mouvement Relatif Propre*, l'application ſucceſſive d'un corps à diverſes parties de tous ceux qui l'environnent, ou qui le touchent. Lorſque je jette une boule ſur un plan, elle ſe trouve continuellement placée ſur les différentes parties de ce plan. Il en eſt ainſi de toutes les choſes, que nous diſons être en mouvement ſur notre Globe, où nous remarquons que cela ſe paſſe toujours de cette maniere.

§. 100.

§. 100. On appelle *Repos Abſolu*, le ſéjour d'un corps dans la même partie de l'Eſpace de l'Univers. Le *Repos Relatif*, eſt la même ſituation d'un corps à l'égard de tous les autres qui l'environnent, ou qui ſont ſitués près de lui. C'eſt ainſi que repoſent ſur notre Globe tous les corps, qui nous paroiſſent y être en repos, & c'eſt auſſi de cette maniere que repoſent toutes les marchandiſes qui ſe trouvent dans un Vaiſſeau. On voit par conſéquent, qu'un corps peut être dans ce Repos Relatif, quoiqu'il ſoit mû d'un Mouvement commun Rélatif; car les marchandiſes qui ſont dans un Vaiſſeau à la voile, ou dans une Barque de trait, y repoſent d'un Repos Relatif, & ſont muës d'un Mouvement Relatif commun, c'eſt-à-dire avec le Vaiſſeau même, dont ils font comme partie.

§. 101. Il ſe peut auſſi qu'un corps paroiſſe mû d'un Mouvement Relatif propre, quoiqu'il ſoit cependant dans un Repos Abſolu. Suppoſons qu'un Vaiſſeau faſſe voile d'Orient en Occident, & que le Pilote jette d'Occident en Orient une pierre, qui aille avec autant de vîteſſe que le Vaiſſeau même, mais qui prenne un chemin tout oppoſé; cette pierre paroîtra à celui qui eſt dans le Vaiſſeau, avoir une fois autant de rapidité que le Vaiſſeau; mais celui qui eſt ſur le rivage & qui la conſidére, verra cette même pierre en repos; & elle eſt effectivement dans un Repos Abſolu, puiſqu'elle ſe trouve ſuſpenduë dans la même portion de l'Eſpace de l'Univers. Comme cette pierre eſt pouſſée d'Orient en Occident à l'aide du mouvement du Vaiſſeau, & qu'elle eſt pouſſée avec la même vîteſſe d'Occident en Orient par la force de celui qui la jette, il faut que ces deux mouvemens qui ſont égaux ſe détruiſent l'un l'autre, & laiſſent de cette maniere la pierre dans un Repos Abſolu.

§. 102. Les Philoſophes ont auſſi diſputé entr'eux, pour ſçavoir ſi le Repos étoit quelque choſe de poſitif, ou ſeulement une privation ou manque de Mouvement? Cette diſpute a tirée ſon origine, de ce qu'on trouve dans les corps qui ſont en repos une force, que nous avons appellée ci-deſſus §. 48. Force d'Inertie; & c'eſt de-là qu'on a cru qu'il y avoit quelque choſe de poſitif dans les corps qui ſont en repos. Mais nous avons vu, que cette Force ne ſe trouve pas môins dans les coprs qui ſont en mouvement, que dans ceux qui ſont en repos; deſorte qu'elle ne fait pas que le repos ſoit quelque choſe de poſitif. Le repos n'eſt en effet autre choſe qu'une privation de mouvement: car ſuppoſez qu'un corps ſoit en mouvement, & que Dieu ne faſſe autre choſe que de le priver de ce même mouvement, il reſteroit de cette maniere en repos, ſans qu'il lui arrivât cependant rien de réel. Mais il n'en eſt pas ainſi à l'égard du mouvement, qui eſt quelque choſe de réel; car concevez un corps en repos, ſi l'on vouloit ſimplement qu'il fût privé du repos où il eſt, il ne ſeroit pas encore en mouvement: car quel degré de vîteſſe auroit-il alors? On voit donc clairement par-là, que le repos doit être une privation du moument, & que le mouvement doit être quelque choſe de poſitif.

§. 103. Il n'y a point de degrés dans le Repos Abſolu. Tout Corps qui repoſe, ne repoſe ni plus ni moins.

§. 104. Un Corps qui eſt en repos, & qui ſe trouve en même tems libre, ne commence jamais à ſe mettre en mouvement de lui-même; mais il peut être mis en mouvement, s'il ſurvient quelqu'autre cauſe, ou ſi l'on ôte certains obſtacles qui le retiennent. Suppoſons en effet qu'un Corps, que je nomme A, repoſe ſur une Table; ce Corps y reſtera éternellement en repos, à moins qu'on n'ôte la Table ou qu'on ne la remuë, ou à moins qu'il ne ſurvienne quelqu'autre cauſe qui agiſſe ſur le Corps A.

§. 105. Un Corps, qui eſt mis en mouvement, eſt tranſporté d'une partie de l'Eſpace, dans une autre partie qui ſuit immédiatement: ce tranſport eſt un effet réel, qui doit avoir une cauſe réelle. Cette cauſe eſt la force même, qui tranſporte le Corps: car nous appellons *Force* ce Principe, par lequel un Corps eſt porté d'un lieu dans un autre, ou dumoins qui y ſeroit tranſporté, s'il n'en étoit empêché par quelqu'obſtacle.

§. 106. Cette Force paſſe d'un Corps dans un autre, & pénétre dans les grands Corps ou ceux qui ſont compoſés, en s'inſinuant des parties externes juſques dans les internes, non par les pores, mais à travers les parties ſolides mêmes: elle s'introduit juſques dans la ſubſtance du Corps, juſqu'au-dedans même de chaque particule indiviſible, & qui plus eſt, elle parvient juſqu'aux diverſes grandeurs, ſelon la différence de la vîteſſe des Corps qui ſont en mouvement.

§. 107. Pluſieurs Sçavans prétendent, que cette Force ne paſſe pas d'un Corps dans un autre; mais que la force d'un Corps qui eſt en mouvement a une telle propriété, qu'elle peut en donner à un autre Corps; & que le premier Corps perd de la force qu'il avoit, à proportion de celle qu'il excite dans le ſecond Corps. Ce ſentiment rencontre quelque difficulté; car de quelle maniere & pourquoi la force ſe perd-elle dans un Corps ſans réſiſtance. D'ailleurs, il n'eſt pas impoſſible, que la force ſe tranſporte d'une choſe dans une autre. Lorſque nous voulons remuer notre Corps, ne paſſe-t-il donc aucune force de notre Ame dans notre Corps? Lorſque Dieu a donné d'abord le mouvement aux Planettes qu'il avoit créées, en leur donnant une certaine direction, il a employé pour cet effet une force, qui a paſſé dans ces mêmes Planettes. Mais enfin, que l'on conçoive la choſe comme on voudra, cela ne produira aucune différence dans l'expoſition que l'on donnera des Phénomènes.

§. 108. Qu'eſt-ce donc que cette Force, qui ſe trouve dans les Corps qui ſont en mouvement? Eſt-ce une Subſtance créée, ou une Subſtance d'une nature particuliere? Eſt-ce, comme Monſieur Cronland l'a prétendu, une idée qui eſt premierement conçuë dans notre Ame, qui en découle, qui ſe communique enſuite aux Corps, & qui paſſe de l'un dans l'autre? Il nous paroît que ce n'eſt rien de tout cela: car il n'eſt pas toujours néceſſaire pour le mouvement des Corps, que les Animaux ſe remuent; la peſanteur, la force élaſtique, & d'autres cauſes peuvent auſſi mettre les Corps en mouvement, quoique toutes ces choſes ne ſoient point animées; deſorte que la Force ne peut jamais être une idée. D'un autre

autre côté, la Force peut ſe diſſiper, ſe partager, ſortir des Corps; & de cette maniere il ne paroît pas qu'elle ſoit une Subſtance. D'ailleurs, comme elle eſt tantôt plus, tantôt moins dans les Corps, il faudroit que ces mêmes Corps reçuſſent tantôt plus tantôt moins de Subſtance. Mais où reſte-t-elle, cette Force, lorſqu'elle eſt hors des Corps? Tout cela nous porte à croire, que la Force n'eſt pas une Subſtance. Il faut reconnoître ici notre ignorance, & avouer, que juſqu'à préſent nous ne pouvons nous former aucune idée claire de cette Force, & que nous ne ſçavons encore ce que c'eſt. Nous pouvons apprendre à connoître les effets de la Force, & les Loix du Mouvement, par les Obſervations & les Expériences: c'eſt bien aſſez pour nous, & la connoiſſance des Loix nous eſt beaucoup plus néceſſaire, que ſi nous ſçavions ſeulement ce que c'eſt que la Force, tandis que nous ignorerions quelles ſont ſes Loix.

§. 109. Nous venons de voir ce que nous entendons par le Mouvement. Mais voici une autre queſtion. Le Mouvement éxiſte-t-il? Y a-t-il des Corps qui ſoient en mouvement? Quelle demande me direz-vous? J'en conviens, cette demande eſt abſurde; mais il falloit qu'elle trouvât ici ſa place, parceque pluſieurs Sçavans ont nié hautement qu'il y eût du Mouvement, ou que certains Corps fuſſent en mouvement. On a toujours trouvé des Hommes, qui ont fait conſiſter leur honneur à pouvoir & oſer contredire tout ce qu'il y a de plus évident, ſans avoir d'autre vuë que celle de faire paroître leur eſprit. On trouve encore aujourd'hui des gens de ce caractere. Mais écoutons un peu leurs Sophiſmes. Voici le premier. S'il y a du Mouvement, il eſt ou dans la cauſe qui le produit, ou dans le Corps mobile, ou dans l'un & dans l'autre. Il n'eſt pas dans la cauſe qui l'excite; parceque lorſqu'on jette une pierre, on ne peut pas dire que le Mouvement réſide dans la cauſe qui le produit; mais dans la pierre que l'on a jettée. On ne peut pas non plus établir le Mouvement dans le Corps mobile; car le Mouvement eſt l'effet de la cauſe qui agit, & le Corps mobile eſt ſans effet. Il réſulte donc de-là, qu'il n'y a point de Mouvement; puiſqu'il ne ſe trouve ni dans la cauſe qui l'excite, ni dans le Corps mobile. Mais nous répondons à cela, que dans un certain temps le Mouvement réſide dans la cauſe qui le produit, & que dans un autre temps il ſe trouve dans le Corps mobile. Ainſi, lorſqu'on met une pierre dans une Fronde, & qu'on vient à tourner la Fronde, la main, autour de laquelle eſt la corde, doit être alors regardée comme la cauſe qui produit le mouvement, & elle eſt elle-même en mouvement: ou bien, ſi l'on veut conſidérer la Fronde comme étant la cauſe du mouvement, il réſidera alors dans la Fronde qui tourne: mais auſſi-tôt que la Fronde vient à ſe lâcher, le Mouvement paſſe dans la pierre, & il ne ſe trouve plus alors dans la Fronde. On voit que tout ceci ſe paſſe en différens temps, auſquels on ne fait pas attention lorſqu'on propoſe ces ſortes de Sophiſmes; car dès qu'on les éxamine, on découvre d'abord le défaut du raiſonnement.

2. Diodore Cronus faiſoit un autre raiſonnement, que voici. Le Corps eſt

eſt mû dans la place où il eſt, ou dans celle où il n'eſt pas ; l'un & l'autre eſt impoſſible : car ſi il étoit mû dans la place où il eſt, il ne ſortiroit jamais de cette place. Il n'eſt pas mû non-plus dans la place où il n'eſt pas ; & par conſéquent, il n'eſt jamais mis en mouvement. Que répondrons-nous à cela ? Mais il ſuffit de faire attention à la définition que nous avons donnée du Mouvement, qui n'eſt autre choſe que le tranſport qui ſe fait d'un Corps d'un lieu dans un autre ; d'où l'on pourra conclure, qu'un Corps n'eſt pas mû tandis qu'il reſte dans la place où il eſt, mais lorſqu'il paſſe, ſans s'arrêter, dans celle qui la ſuit immédiatement.

3. Le Sophiſme que faiſoit Zenon, & auquel il donnoit le nom d'Achille, eſt beaucoup plus ſubtil & plus ingénieux que les précédens. Il ſuppoſe qu'Achille eſt éloigné d'un mille d'une Tortuë ; que l'un & l'autre partent en même tems pour ſe rendre au même lieu, & qu'Achille avance cent fois plus vîte que la Tortuë. Cela poſé, il entreprend de prouver, qu'Achille n'atteindra jamais la Tortuë. Car, dit-il, tandis qu'Achille fait un mille de chemin, la Tortuë ne fait que la $\frac{1}{100}$ partie d'un mille : tandis qu'Achille parcourt cette $\frac{1}{100}$ partie, la Tortuë ne fait que la $\frac{1}{10000}$ partie d'un mille : tandis qu'Achille parcourt enſuite cette $\frac{1}{10000}$ partie, la Tortuë ne fait que la $\frac{1}{1000000}$ partie d'un mille : ce qui va ainſi juſqu'à l'infini, & par conſéquent Achille ne pourra jamais l'atteindre.

Quand même nous tomberions d'accord, qu'Achille ne pourroit jamais atteindre la Tortuë, il ne s'enſuivroit pas de-là, qu'il n'y a point de mouvement ; car il paroît par le raiſonnement même, qu'Achille s'approche toujours de-plus-en-plus, étant d'abord éloigné d'un mille, ne l'étant enſuite que de la $\frac{1}{100}$ partie d'un mille, puis ſeulement de la $\frac{1}{10000}$ partie. Mais nous nions, qu'Achille n'atteindroit jamais la Tortuë, & nous ſoutenons au-contraire, qu'Achille arrivera auprès de la Tortuë, après avoir parcouru la $1\frac{1}{99}$ partie d'un mille ; car la ſomme de la progreſſion ſuivante $\frac{1}{100} + \frac{1}{10000} + \frac{1}{1000000}$, &c. qui repréſente le chemin que la Tortuë a parcouru, eſt ſeulement $\frac{1}{99}$, comme les Mathématiciens d'aujourd'hui le démontrent, & comme chacun peut le ſupputer ſuivant la régle que nous avons donnée au §. 23.

Pl. I. Fig. 18. §. 110. Tout Mouvement, quelque rapide qu'il puiſſe être, ſe fait dans le temps, & il eſt impoſſible qu'il ſe faſſe aucun Mouvement dans moins d'un inſtant : car, afin que le Corps A parcoure le chemin AB, il faut qu'il parcoure auparavant le chemin AC, & en attendant le temps s'écoule ; de même lorſque ce Corps doit paſſer de C en D, le temps s'écoule encore, & lorſqu'il doit paſſer enſuite de D à E, de E à F, de F à B, le temps s'écoule continuellement : il y a auſſi une ſuite continuelle des éxiſtences de A mobile, & par conſéquent, il y a du temps, ſuivant les §. 92, 93.

§. 111. Lorſque nous concevons, qu'un Corps avance & parcourt un chemin, on a coutume pour plus grande commodité de ſe repréſenter le Corps comme un point mathématique, lequel décrit une ligne en s'avançant ; & c'eſt pour cela que l'on dit, que le Corps en mouvement décrit

crit une ligne. Ne demande-t-on pas à un Voyageur, combien de chemin il a fait ? S'il dit un mille, nous repréſentons-nous jamais le chemin autrement que comme une ligne, qui eſt de la longueur d'un mille ? Car la largeur du chemin ne fait rien ici.

§. 112. Si un point ne reçoit qu'un ſeul mouvement, il décrira un chemin ou une ligne droite : un mouvement ſimple eſt ordinairement produit par une ſeule force. Si un Corps, qui eſt placé dans le Vuide, venoit à recevoir un mouvement ſimple, il ne ceſſeroit de s'avancer continuellement en ligne droite, pendant tout le tems qu'il ſeroit en mouvement.

§. 113. La *Tendence*, ou la *Direction*, eſt une ligne que l'on conçoit être tirée vers le lieu où un Corps tend à ſe rendre, ou vers lequel il eſt pouſſé, ou dans lequel il eſt en mouvement.

§. 114. Si l'on conçoit un Corps, non comme un point, mais comme étendu, tel qu'il eſt en effet, & compoſé de parties qui ſoient adhérantes les unes aux autres, & qu'il vienne à être mû d'un mouvement ſimple ; ce mouvement ſe diſtribuera également dans toutes les parties du Corps ; deſorte que les parties antérieures auront autant de mouvement, que celles du milieu, ou que les poſtérieures.

§. 115. Par conſéquent toute quantité de mouvement peut être conçuë également diviſible comme le Corps même ; & la portion du mouvement qui ſe trouve dans chaque particule du Corps ſera proportionnelle à la grandeur de cette même particule. Concevons le Corps A, lequel étant mû avec une certaine vîteſſe, a une certaine quantité de mouvement, & tout ce mouvement eſt diſtribué dans toutes les parties. Pl. I. Fig. 4. Suppoſons enſuite que ce même Corps A ſoit partagé en 56 parties, chacune d'elles aura auſſi une 56 partie du mouvement. Si l'on diviſoit encore chacune des parties de ce Corps en 10000 parties, elles auroient auſſi toutes une 10000 partie du mouvement, qui étoit dans la premiere partie.

§. 116. Il ſuit de-là, que la quantité de mouvement dépend de toutes les parties d'un Corps, muës en même tems, entant qu'elles tendent toutes enſemble au même mouvement.

§. 117. Si un Corps, que je nomme A, parcourt le même eſpace en moins de temps qu'un autre Corps, que je nomme B, on pourra dire que A eſt mû avec plus de vîteſſe que B.

§. 118. On appelle *Vîteſſe* cette diſpoſition d'un Corps en mouvement, à l'aide de laquelle il peut parcourir un certain eſpace dans un temps déterminé.

Il n'y a point de mouvement ſans vîteſſe : On découvre la vîteſſe, lorſqu'on fait attention au temps, & à l'eſpace qu'un Corps a parcouru.

§. 119. Si la vîteſſe d'un Corps reſte toujours la même, l'eſpace que ce Corps parcourt augmente à proportion de la longueur du temps. Si, par conſéquent, la vîteſſe du Corps eſt multipliée par le temps qu'il employe, on aura la longueur de l'eſpace qui a été parcouru : car ſi la vî-

tesse d'un Corps est telle, qu'il parcoure trois pieds dans une Seconde, il parcourra dans le temps de 60 Secondes soixante fois trois pieds, c'est-à-dire 180 pieds; laquelle longueur est composée de la vîtesse de trois, multipliée par le temps de 60. De même, si on partage l'espace, qu'un Corps a parcouru, par le temps qu'il a employé, on aura la vîtesse; & si l'on divise par la vîtesse l'espace qui a été parcouru, on trouvera le tems que l'on cherchoit.

§. 120. La Vîtesse est une certaine grandeur, qui peut être plus ou moins grande, plus ou moins petite, & recevoir une infinité de degrés de différence : car le Corps A peut parcourir en une heure de temps l'espace d'un pied, il peut aussi parcourir le même espace avec plus de vîtesse dans le temps d'une minute, & en employant encore plus de vîtesse, il le parcourra dans le temps d'une Seconde.

§. 121. Puisque les Vîtesses sont des grandeurs, on pourra aussi les représenter par des lignes, car les lignes représentent les grandeurs aussi-bien que peuvent faire les nombres.

§. 122. Plus un Corps va vîte, moins de temps il employera à parcourir le même espace : au-contraire, plus lentement il court, & plus long sera le temps dont il a besoin pour parcourir cet espace.

§. 123. Si un Corps vient à se mouvoir d'un mouvement simple dans le Vuide, il continuera éternellement son mouvement avec la même vîtesse, & en suivant la même route qu'il avoit prise au commencement. Car le Corps, par sa force d'Inertie, reste dans le même état, dans lequel on l'avoit mis d'abord; & comme il ne se trouve dans le Vuide aucunes causes, qui agissent sur ce Corps, il se mouvra toujours avec la même vîtesse & en suivant la même route. Il paroît par le §. 123. de ce Chapitre, que la premiere Loi de Nature, confirmée par le grand Philosophe Newton, doit avoir lieu; sçavoir, qu'un Corps persévére dans son état de repos ou de mouvement, sans s'écarter de la ligne dans laquelle il couroit, à moins que d'autres forces ne l'obligent à passer de son premier état dans un autre.

§. 124. On appelle ce mouvement d'un Corps qui se meut dans le Vuide, un *Mouvement uniforme*, parcequ'il n'est jamais ni plus vîte, ni plus lent.

§. 125. Lorsqu'un Corps est mû d'un mouvement uniforme, & qu'il reçoit continuellement plus de mouvement suivant la même direction, il avancera plus vîte, & parcourra dans le même temps plus d'espace qu'auparavant. L'augmentation de l'espace, que le Corps aura parcouru, sera toujours proportionnée à l'augmentation de la vîtesse. On donne à cette sorte de mouvement le nom de *Mouvement accéléré*.

§. 126. Mais si au-contraire un Corps, qui se mouvoit d'abord d'un mouvement uniforme, perd continuellement une partie de son mouvement; il avancera plus lentement, & parcourra dans un temps égal un plus petit espace qu'auparavant. La diminution de l'espace sera à proportion de

de la perte de la vîteſſe. Cette eſpece de mouvement eſt connu ſous le nom de *Mouvement retardé.*

§. 127. Si un Corps, qui ſe mouvoit d'abord avec un mouvement uniforme, reçoit dans des temps égaux des accroiſſemens égaux de mouvement, on appellera cette ſorte de mouvement, un *Mouvement uniforme accéléré.*

§. 128. Mais ſi le Corps en queſtion vient à perdre dans des temps égaux une quantité égale de vîteſſe, ce mouvement portera le nom de *Mouvement uniforme retardé.*

§. 129. Lorſqu'on parle des grandeurs des Corps, ou de quelques-unes de leurs propriétés, il faut toujours en comparer deux ou pluſieurs enſemble : il faut de même comparer le mouvement de deux Corps enſemble ; & on peut alors apprendre, par cette comparaiſon, tout ce qui concerne le mouvement ; connoiſſance qu'il ſeroit impoſſible d'acquérir ſans ce moyen. Si, par conſéquent, les vîteſſes de deux Corps ſont égales, les eſpaces qu'ils parcourent, ſont en raiſon du temps ; deſorte que le Corps A, qui employe quatre fois plus de temps que B, & qui court avec la même vîteſſe, parcourra auſſi quatre fois autant d'eſpace que B.

§. 130. Si les Vîteſſes de deux Corps ſont inégales, tandis que le temps qu'ils employent eſt égal, les eſpaces qu'ils parcourront ſeront en raiſon des vîteſſes.

§. 131. Par conſéquent, ſi l'on ſuppoſe, que deux Corps A & B ſoient mus avec des vîteſſes inégales, & dans des temps inégaux, les eſpaces que parcourront A & B, ſeront en raiſon compoſée des vîteſſes & des temps. Car ſuppoſons que A ſoit mû avec une vîteſſe double de B ; ſuppoſons auſſi que ſon mouvement continue pendant quatre minutes, & que celui de B ne dure qu'une ſeule minute ; il faut que l'eſpace que parcourt A dans le temps d'une minute ſoit à celui que parcourt B, comme 2 à 1 ; mais A court pendant quatre minutes, il faudra donc que l'eſpace en queſtion, qui eſt parcouru pendant tout ce temps-là, ſoit quatre fois auſſi grand ; c'eſt-à-dire, 2×4, au-lieu que l'eſpace de B eſt 1×1. Or 2×4, eſt à 1×1, en raiſon compoſée de 2 à 1, & de 4 à 1, qui eſt comme 8 à 1. Mais pour concevoir la choſe plus générale, ſuppoſons que la vîteſſe de A ſe nomme V, que celle de B ſoit v, que le Temps qui eſt employé par A s'appelle T, & que le Temps de B ſoit t; alors l'Eſpace parcouru par A, & nommé E, ſera à l'Eſpace de B, que j'appelle e, comme VT, à vt: partant $E\ e :: VT.\ vt$.

§. 132. Lorſqu'on établit la proportion précédente $E\ e :: VT,\ vt$, & que l'on multiplie les grandeurs extrêmes & les moyennes l'une par l'autre, on aura des grandeurs égales ; c'eſt-à-dire, $E\,vt = e\,VT$. Poſons encore ces grandeurs en une proportion, & on aura $t.\ T :: e\,V.\ Ev$. c'eſt-à-dire, le Temps de B ſera au Temps de A, en une raiſon compoſée de l'eſpace de B à celui de A, & de la Vîteſſe de A à celle de B. On peut faire encore la proportion ſuivante, $V,\ v :: E\,t.\ e\,T$. la Vîteſſe de A eſt à la

Vîteſſe de B, en raiſon compoſée de l'eſpace de A à l'eſpace de B, & du Temps de B au Temps de A.

§. 133. Nous avons donné juſqu'à préſent la définition de divers termes dont ſe ſervent les Philoſophes. Conſidérons préſentement les grands Corps qui compoſent cet Univers, & nous trouverons alors, que, ſelon toutes les apparences, il ne s'en trouve pas un ſeul, qui ne ſoit mû avec une vîteſſe incroyable. Car le Soleil tourne autour de ſon Axe dans le temps d'environ 26 jours. Toutes les Planettes, de même que notre Terre, tournent autour du Soleil: Mercure fait ce mouvement en 87 jours, & 23 heures; Venus en 224 jours, & 16 heures. Suivant les dernieres Obſervations de l'Aſtronome Bianchini, Venus tourne auſſi une fois autour de ſon Axe dans l'eſpace de 24 jours & 8 heures. La Terre tourne autour du Soleil dans l'eſpace d'un an & 6 heures, & en 23 heures 56 minutes autour de ſon Axe. La Lune tourne autour de la Terre, & eſt emportée avec elle autour du Soleil: la Lune fait ce mouvement dans 27 jours & 7 heures, & employe auſſi le même temps à tourner autour de ſon Axe. Mars fait ſa révolution autour du Soleil en un an & 321 jours, 23 heures, & autour de ſon Axe en un jour & 40 minutes. Jupiter eſt tranſporté autour du Soleil en 11 ans, 314 jours, 12 heures, & autour de ſon Axe en 9 heures, 56 minutes, étant accompagné de quatre Lunes, qui font leurs révolutions autour de lui, & en même tems autour du Soleil. Saturne fait ſa révolution en 29 ans, 167 jours & 22 heures, étant alors accompagné de cinq Lunes, qui ſe meuvent auſſi autour de lui. Les Cométes s'approchent & s'éloignent du Soleil avec une vîteſſe inconcevable. Parmi les Etoiles fixes, il s'en trouve quelques-unes, qui paroiſſent tantôt plus grandes, tantôt plus petites, ce qui peut dépendre de diverſes cauſes. Quelques Aſtronomes ſont de ſentiment, que ces Etoiles ſont des Globes, dont une demi-ſurface eſt lumineuſe, & l'autre obſcure: qu'elles nous paroiſſent plus grandes, lorſque toute leur Surface lumineuſe ſe montre à l'oppoſite de notre Terre; mais que nous les remarquons plus petites, lorſqu'en faiſant leurs révolutions autour de leur Axe, elles nous préſentent une partie de leur Surface obſcure, & une partie de celle qui eſt lumineuſe. Ce ſentiment n'eſt pas mal imaginé. D'autres Sçavans prétendent, que ces Etoiles ont une Surface plane, comme l'Anneau plan de Saturne, qui paroît plus grand lorſque ſa Surface plane ſe montre à notre Terre, au-lieu qu'il doit paroître plus petit lorſqu'il préſente ſon dos ou côté à notre Globe; enſorte qu'on l'apperçoit tantôt plus grand, tantôt plus petit, ſelon que l'Anneau ſe fait voir davantage ſur ſon plan ou ſur ſon dos. D'autres ont cru, que ces Etoiles s'éloignoient fort de notre Globe, & que dans d'autres temps elles s'en approchoient, & que de-là peuvent dépendre leurs différentes grandeurs apparentes. On ne peut rien prouver de bien certain ſur cet article, & on ne peut pas non-plus rejetter ces différens ſentimens; mais quoiqu'il en ſoit à cet égard, on peut dumoins aſſurer, que tout cela ne ſe fait pas ſans mouvement. Les autres Etoiles ſont comme autant de Soleils, & ainſi il

y a toute apparence, qu'elles se meuvent aussi autour de leur Axe, de même que le Soleil, & peut-être aussi tant soit peu hors de leur place. Mais supposé qu'elles ne changent jamais de place, la matiere ardente, dont elles sont composées, doit mettre toutes leurs parties internes dans un grand mouvement. Il n'y a donc aucun Corps de tous ceux que nous connoissons, qui soit en repos, mais tout est en mouvement.

§. 134. Le Mouvement dont nous venons de parler, & qui se trouve dans les grands Corps, est toujours le même. Il a pour premiere cause l'Etre suprême, qui, après avoir créé ces masses, & les avoir mises dans le lieu où elles doivent être, leur a ensuite donné le mouvement. Les Planetes ne se meuvent qu'en ligne droite : comme elles pesent vers le Soleil, elles sont par-là obligées de faire leur révolution autour de cet Astre ; & d'ailleurs, comme elles sont placées dans le Vuide, elles ne perdent jamais leur mouvement, qui leur a été donné par le Créateur.

Quelques Philosophes prétendent, que tout mouvement, que nous remarquons dans les Corps, est causé par le Créateur & qu'il dépend de lui ; parceque nous ne pouvons concevoir, comment le mouvement passe d'un Corps dans un autre, ou de quelle maniere nous donnons nous-mêmes du mouvement à notre Corps par un seul acte de notre volonté. Tous ces sentimens sont bien pieux, mais ils n'en sont pas pour cela mieux prouvés : ce ne sont que des suppositions, qui tombent d'elles-mêmes, dès qu'on vient à les nier, parcequ'il est impossible de les démontrer ; elles sont d'ailleurs sujettes à une difficulté par rapport à la cause des péchés.

§. 135. Une autre cause du Mouvement, laquelle se trouve dans tous les Corps, qui entrent dans la composition des Planettes, c'est la Pesanteur, qui produit du mouvement tant dans les Corps Célestes que dans les Terrestres : Car lâchez un Corps de votre main, sans le jetter, il recevra du mouvement en tombant à terre, & sa pesanteur est la seule cause de sa chute. Le Créateur a jetté loin du Soleil les Planettes en ligne droite, mais retombant continuellement vers le Soleil par leur pesanteur, elles décrivent nécéssairement une ligne courbe autour du Soleil, comme il est démontré par les Astronomes modernes.

§. 136. La troisiéme cause du Mouvement paroit être une faculté de notre Ame, & de celle des Animaux ; parceque lorsque nous voulons remuer notre Corps, nous le remuons en effet ; nous donnons du mouvement aux parties solides, comme à nos bras & à nos jambes, nous en donnons aussi aux Liquides qui sont dans notre Corps, car le mouvement des Muscles dépend de celui du sang & des esprits, qui sont déja dans ces Muscles ou qui s'y rendent. On demande, si nous en avons connoissance par quelque sentiment intérieur ? nous répondons que non ; mais nous voyons les effets de notre Ame & de notre Volonté. Ne voulons-nous pas nous remuer ? le mouvement ne se fait pas, & cela doit nous suffire pour croire, que notre Ame est la cause du mouvement. On ne doit pas conclure, qu'il est impossible, qu'un Esprit agisse sur un Corps, parceque nous ne pouvons pas le concevoir ; car qui est-ce d'entre nous qui ne soit

convaincu, que Dieu, qui est un Esprit, a créé les Corps & que c'est lui qui a donné le mouvement aux grands Corps ? On doit donc reconnoitre qu'un Esprit peut agir sur un Corps.

§. 137. La quatriéme cause du Mouvement, est une Force Attractive qui se trouve dant tous les Corps, ou bien aussi une Force Magnétique: il y a aussi une Force Electrique. Il faut bien distinguer ces trois Forces l'une de l'autre & ne pas les confondre ensemble.

§. 138. La cinquiéme cause du Mouvement est la Force Elastique, qui peut produire beaucoup de mouvement, comme cela se voit dans les Arcs bandés, dans les cordes tenduës, ou dans les cordes de quelque Instrument de Musique, qui étant une fois touchées, gardent encore long-temps après leur trémoussement.

§. 139. La sixiéme cause du Mouvement, est un Corps qui se meut en donnant du mouvement à un autre Corps, dès qu'il vient à sa rencontre ou qu'il le pousse. Il y a peut-être encore d'autres causes du Mouvement, que l'on découvrira dans la suite, & qu'il faudra ajouter à celles-ci, mais jusqu'à présent on n'en connoit pas davantage.

§. 140. Quelles que puissent être les causes du Mouvement, il paroit qu'il suit les mêmes Loix, comme s'il étoit produit par la Pression ou par la Percussion: par conséquent, celui qui expose les Loix de la Pression & de la Percussion, peut être regardé comme ayant aussi exposé en quelque maniere les Loix des autres Mouvemens, dumoins pour ce qui concerne les effets, jusqu'à ce qu'on ait mieux découvert les autres Loix du Mouvement, qui sont observées par d'autres causes.

CHAPITRE V.

Des Puissances qui compriment, ou des Pressions.

§. 141. UNe Puissance qui comprime, est la force d'un Corps qui agit continuellement sur un autre, faisant effort pour le mouvoir hors de sa place, ou qui le met effectivement en mouvement.

§. 142. Il y a diverses sortes de Puissances de cette nature. Quelques-unes restent en repos avec le Corps même sur lequel elles agissent: d'autres se meuvent avec le Corps sur lequel elles agissent; mais cependant de telle maniere, qu'elles ne sont pas en mouvement à l'égard de ce Corps.

§. 143. Les Puissances qui pressent & qui restent en repos sont, 1°. les Hommes & les Animaux vivans, qui pressent avec leurs mains leurs jambes & tout leur Corps, d'autres Corps, qu'ils s'efforcent de mouvoir hors de leurs places. 2°. Il en est aussi de même à l'égard de la pesanteur; car un Corps presse un autre, celui de dessus tend à mouvoir en-bas

celui

celui de dessous, & il y réussit en effet, à moins que celui de dessous ne soit soutenu. 3°. La Force Élastique, qui est dans un Ressort bandé ou courbé entre deux Corps ; le Ressort cherche à se débander, & comprime par conséquent les deux Corps qui lui font comme violence. 4°. La Force Attractive & Magnétique presse deux Corps l'un contre l'autre de la même maniere, que s'ils étoient comprimés l'un contre l'autre par une force extérieure : c'est ainsi qu'une Pierre d'Aiman se comprime elle-même contre le Fer qu'on lui présente.

§. 144. Une Puissance qui presse, peut être mue hors de sa place, quoiqu'elle reste jointe au Corps qu'elle presse, & avec lequel elle est en mouvement. C'est ainsi que je puis presser avec la main un poids, que l'on auroit mis sur une table, & le faire avancer de dix pieds en le pressant. C'est de cette maniere qu'un pesant fardeau comprime une table pliante, qu'elle fait pancher en-bas, & il ne cesse de la comprimer tandis qu'elle se panche. On peut voir cela fort aisément lorsqu'on pend au bout d'une Épée un Bassin, dans lequel on jette sans cesse de nouveaux poids, qui feront courber l'Épée, & la mouveront par conséquent vers en-bas, tandis que les poids ne cesseront de la comprimer. On remarque encore, qu'un poids suspendu à une Balance, la fait pancher en-bas, & qu'il se meut avec elle. Un Ressort monté, que l'on met entre deux Corps mobiles, se débande, écarte ces Corps l'un de l'autre, & continue de les comprimer, tandis qu'ils sont en mouvement & qu'ils se séparent mutuement. Lorsqu'on attache un Corps à un autre avec une corde, & qu'on le fait tourner autour de lui, il tire & presse ce Corps par sa force centrifuge ; c'est ainsi qu'un Corps peut aussi en comprimer un autre, lequel est plus éloigné du centre de mouvement, & a moins de force centrifuge.

§. 145. On appelle *Obstacle* tout ce qui résistoit à une Puissance qui presse.

§. 146. L'effet d'une Puissance qui presse un Obstacle, c'est l'impulsion, par laquelle cet Obstacle passe d'un lieu dans un autre, en cas qu'il puisse être mû par la Puissance qui le presse.

§, 147. L'effet d'une Puissance qui presse, est momentané ; mais si l'effet continue, il est composé de diverses pressions qui se succédent, & qui ont toutes produit leur effet dans un moment indivisible : elles se suivent l'une l'autre comme les momens du temps, qui se succédent les uns aux autres sans aucune interruption : par conséquent, un effet simple d'une Puissance qui presse, dépend d'une action momentanée ; mais un effet continu dépend de l'action continuë d'une Puissance. Je ne traiterai ici que de l'action d'une Puissance qui presse, laquelle se fait dans chaque moment indivisible

§. 148. L'action d'une pression qui pousse un Obstacle, peut différer tant à l'égard de la grandeur de l'Obstacle, que par rappot à la vîtesse avec laquelle il est mû ; par conséquent, on peut découvrir l'action d'une Puissance par la grandeur de l'Obstacle en mouvement, & par la vîtesse avec laquelle il est mû.

§. 149.

§. 149. Lorſqu'on ne peut rien dire de la grandeur d'une preſſion, il faut en comparer deux l'une avec l'autre. Ces deux preſſions peuvent alors agir ſur des Obſtacles égaux ou inégaux ; elle peuvent les mouvoir avec une vîteſſe égale ou inégale.

§. 150. Si deux preſſions, pouſſent deux Obſtacles égaux, & avec une égale vîteſſe, les actions de ces preſſions ſeront égales.

§. 151. Si deux preſſions pouſſent des Obſtacles inégaux avec une égale vîteſſe, leurs actions ſeront en raiſon des grandeurs des Obſtacles ; car donnons à l'une de ces Puiſſances le nom de P, & à l'autre celui de p. que l'un des Obſtacles ſoit O, & que l'autre ſoit o. il faut que l'action de P ſoit à celle de p. comme O eſt à o ; car ſi O eſt deux fois auſſi grand que o, il faut que l'action de P ſoit deux fois auſſi grande que celle de p.

L'action momentanée d'une puiſſance dépend de la grandeur de l'Obſtacle, de ſorte que l'action eſt d'autant plus grande, que l'Obſtacle eſt plus grand, ou qu'il fait plus de reſiſtance : Or comme la grandeur d'un Obſtacle peut différer infiniment, l'action momentanée d'une Puiſſance peut auſſi différer infiniment, c'eſtpourquoi cette action n'eſt pas d'une grandeur déterminée.

§. 152. Si deux puiſſances qui compriment, pouſſent deux Obſtacles égaux, mais avec une viteſſe inégale ; leurs actions ſeront en raiſon des vîteſſes. Suppoſons que P pouſſe ſon Obſtacle avec deux fois plus de vîteſſe que ne fait p, P fait donc faire dans le même-temps à ſon Obſtacle deux fois plus de chemin que p. La même action eſt néceſſaire pour tranſporter nn Corps à une même diſtance, & par conſéquent il faut deux actions pour le porter deux fois plus loin : c'eſtpourquoi P pouſſant ſon Obſtacle deux fois auſſi loin que ne fait p dans le même-temps, il fait néceſſairement deux fois autant d'action que p. Si on donne donc le nom de C à la viteſſe que P produit dans ſon Obſtacle, & que la viteſſe de p. ſoit appellé c. P ſera à p : : C, c.

§. 153. Il ſuit par conſéquent des deux propoſitions précédentes que : Si deux Obſtacles de grandeur inégale ſont mus avec des viteſſes inégales, les actions des Puiſſances qui preſſent, ſeront en raiſon compoſée, tant des vîteſſes que des grandeurs des Obſtacles : en mommant les corps comme ci-deſſus, on aura P. p : : O C, o c. que O ſoit 2, que o ſoit 1. & C ſoit trois, & que c ſoit 1. O C ſera 6, & o c ſeulement 1. car $2 \times 3 = 6$, & $1 \times 1 = 1$.

§. 154. Si les actions de deux Puiſſances ſont égales, & les Obſtacles inégaux, les grandeurs des Obſtacles ſeront en raiſon renverſée des vîteſſes ; & ſi les grandeurs des Obſtacles ſont en raiſon renverſée des vîteſſes, les Puiſſances ſeront égales. En effet, ſi les actions des deux Puiſſances P & p ſont égales, on poſe pour lors $P = p$: Or les Puiſſances ſont toujours en même raiſon que leurs effets : ces effets ſont les Obſtacles multipliés par leurs vîteſſes, ce qui fait $O \times C$. Or parceque P p. on aura $O C = o c$: que l'on poſe ces deux grandeurs égales en proportion, il faut

faut que O soit, o : : , c, C. Voila la premiere partie de la proposition, sçavoir que les Obstacles sont en raison renversée de leurs vitesses. Mais si O est à o : : c, C. on aura, en multipliant les deux grandeurs moyennes, & les deux extrêmes l'une par l'autre, O C & o c, & ces deux produits sont aussi égaux; ainsi la seconde partie de cette proposition est démontrée.

§. 155. Si on divise les actions de deux Puissances par les grandeurs des Obstacles qui sont poussés on aura leurs vitesses : Si on divise ces mêmes actions par les vitesses des Obstacles, on aura les grandeurs des Obstacles. Car l'action d'une Puissance est comme son effet, par consequent comme O C. ou o c. divisons ensuite O C par O. on aura $\frac{OC}{O} = C$. ou $\frac{oc}{o} = c$: si de même on divise O C par C, on aura O, car $\frac{OC}{C} = O$, ou $\frac{oc}{c} = o$. Supposons comme ci-dessus au §. 153, que O soit 2, & que C soit 3. on aura O C = 6. Or 6 divisé par O, c'est-à-dire, par 2, produit 3, ou la vitesse : mais divisé par 3, c'est-à-dire C, il produit 2, c'est-à-dire O.

§. 156. Si deux Puissances, qui agissent également fort, se pressent l'une l'autre avec une direction opposée, elles resteront toutes deux dans la même place, & elles anéantiront leurs pressions mutuelles, tandis qu'elles se presseront. Supposons deux Athlètes, qui se compriment mutuellement, que l'un nommé A pousse B en arriere, que B au contraire pousse A en avant & que l'on suppose qu'ils employent tous deux la même force ou qu'ils pressent également fort ; dans ce cas A & B resteront en repos, parce que B fait par devant autant d'effort pour pousser A en arriere. Il paroit par-là, que plusieurs actions des Corps qui agissent l'un sur l'autre doivent s'anéantir, puisqu'il y a beaucoup de Corps qui se pressent mutuellement de la même maniere que ces deux Athlètes ; c'est ainsi que s'anéantissent continuellement les pressions d'un pesant fardeau, que l'on met sur un fond ferme, parce que ce fond solide presse autant contre le fardeau, que le fardeau presse contre lui, & la pression du temps suivant est différente de la pression du temps précédent.

§. 157. Si l'Obstacle est si grand, qu'il ne puisse être mu par la pression, cet Obstacle agit de la même maniere que dans le cas précédent, où une Puissance agissoit sur une autre Puissance, qui est aussi grande & qui presse également, & par laquelle elle étoit aussi autant pressée : par consequent l'action de la pression sur cet Obstacle s'anéantit.

§. 158. Si des Puissances se pressent mutuellement avec des directions opposées, elles sont l'une à l'égard de l'autre comme des Obstacles, on peut par consequent considerer leurs actions comme ci-dessus, c'est-à-dire, comme des Obstacles multipliés par les vitesses, avec lesquelles ils se mouveroient, si ils étoient mobiles.

§. 159. Ainsi, les actions de deux Puissances inégales, & qui se pressent mutuellement avec des directions opposées, peuvent être égales, si les grandeurs des Puissances sont en raison renversée des vitesses qu'elles auroient produites, si elles fussent été libres. Car on peut exprimer les actions des Puissances par O C & o c suivant le §. 154. & parce qu'on pose P = p. O C est égal à o c. & O sera : : c. C. Qu'un homme presse un poids de dix livres avec une vitesse, qu'un enfant presse un autre poids d'une livre, mais dix fois plus vîte, les effets seront 10 ⋈ 1 & 1 ⋈ 10, ce qui est égal. Que le même homme presse l'enfant avec la même force, & que l'enfant presse aussi cet homme avec la même force qu'il avoit auparavant, les actions de tous les deux seront égales, & ils resteront l'un & l'autre en repos : dans ce cas la grandeur de la force de l'homme est à celle de l'enfant, comme la vitesse de l'enfant est à celle de l'homme. De cette maniere deux Puissances égales ou inégales, qui se pressent mutuellement sont en équilibre, suivant le §. 156. ou le §. 158.

§. 160. Si deux Puissances se pressent mutuellement avec des directions opposées, & que l'une d'entr'elles l'emporte sur l'autre, elles auront des actions inégales; celle qui l'emporte, aura la plus grande action, & celle qui est repoussée, aura la moindre; mais dans ce cas il s'anéantit deux actions, dont chacune est égale à la plus petite; car l'action de la plus grande Puissance se trouve composée d'une partie, qui est égale à l'action de la plus petite Puissance, & ce sont elles qui se détruisent l'une l'autre : il reste encore à la plus grande Puissance une autre partie de son action, avec laquelle elle gagne & renverse l'autre Puissance, qui n'a plus rien à lui opposer.

CHAPITRE VI.

De la force des Corps qui sont en mouvement.

§. 161. C'Est aujourd'hui une grande question entre les Philosophes, de sçavoir comment on doit supputer les Forces des Corps qui se meuvent librement. Le Pere Mersenne paroît avoir été un des premiers, qui a tâché de résoudre cette difficulté par le moyen d'une expérience, en laissant tomber de diverses hauteurs un Corps pesant sur l'extrémité d'un des bras d'une Balance, qui avoit à son autre éxtrémité un bassin chargé d'un poid, auquel on en ajoûta d'autres à diverses reprises, jusqu'à ce que le Corps qui tomboit sur l'autre côté, ne se trouva plus en état d'élever par sa chute le bassin avec le poids qui y étoit contenu. Il parut à ce Pere, qu'il pouvoit de la même maniere supputer précisément le coup d'un Marteau, lequel produit le même effet que le choc d'un Corps pesant qui tombe sur la Balance. Cette expérience étoit assûrément des plus curieuses, mais on ne l'a pas faite éxactement & on n'en a pas

a pas éxaminé toutes les circonſtances, autrement on n'auroit pas demeuré ſi long-temps dans le même ſentiment, ou peut-être on ne ſeroit jamais parvenu à cette ſupputation de Forces, comme on a fait depuis ce temps-là. Gaſſendi, Riccioli, De Lanis, & la plûpart des Philoſophes modernes adopterent d'abord le ſentiment du Pere Merſenne, & établirent, que les Forces des Corps qui ſe meuvent librement étoient en raiſon compoſée de la viteſſe, avec laquelle ils étoient mus, & de leur peſanteur; de ſorte que ſi le Corps A peſoit 10 livres, B 2 livres, & que A s'avançât avec une viteſſe de 6 degrés, B avec une viteſſe de 2 degrés, la Force de A ſeroit alors 10 ⋈ 6, qui eſt égale à 60, mais que la Force de B ſeroit égale a 2 ⋈ 2, qui eſt 4. de ſorte que la Force de A ſeroit quinze fois plus grande que B. On a adopté ce calcul avec d'autant plus de confiance, que l'on remarquoit, que dans la Mécanique les Forces de toutes les Puiſſances & de tous les Corps qui agiſſent ſur les machines devoient être ſupputées de la même maniere. Riccioli a adopté cette opinion; mais ſans aucun fondement, car il auroit du conclure tout autre choſe des expériences qu'il a faites, & qui étoient d'une nature differente: un peu d'éxactitude auroit pu faire connoître d'abord la vérité à ce grand Aſtronome. Il prit un poinçon, pointu par en-bas, qu'il enfonça perpendiculairement dans un baril plein de beurre, & laiſſa tomber de différentes hauteurs ſur ce poinçon une boule de bois de Noyer, remarquant chaque fois que la boule tomboit juſqu'à quelle profondeur le poinçon pénétroit dans le beurre, comme on peut le voir par ce qui ſuit.

Hauteur de la Boule qui tombe, en pouces.	Abaiſſement du Poinçon dans le Beurre.
8 - - - -	40
32 - - - -	115
72 - - - -	196
128 - - - -	278

On voit clairement par-là, que les abaiſſemens du poinçon ne ſont pas en raiſon de viteſſe de la boule qui tombe; car nous verrons que la boule tombant de la hauteur de 8 pouces reçoit une viteſſe; que tombant de la hauteur de 32 pouces, elle reçoit deux viteſſes; que tombant de la hauteur de 72 pouces elle reçoit trois viteſſes, & quatre, après être tombée de la hauteur de 128 pouces: au cas que les forces ſoient comme les viteſſes parce que le Corps qui tombe conſerve la même peſanteur, il faudra que les abaiſſemens ſoient comme 1, 2, 3, 4: ils auroient par conſequent dû être 40, 80, 120, 160; mais ils ont été beaucoup plus profonds, & c'eſt à cauſe de cela que les forces de la boule qui tombe ont auſſi été beaucoup plus grandes: il ſemble que Riccioli n'a pas beaucoup compté ſur ſes expériences, ou qu'il n'a pas bien éxaminé ce

devoit en conclure. De Lanis faisoit tomber de diverses hauteurs une boule dans l'eau, & éxaminoit jusqu'à quelle profondeur elle s'enfonçoit dans l'eau, avant qu'elle remontât en-haut ; mais cette méthode ne valloit rien, & étoit beaucoup trop composée, c'estpourquoi il ne pouvoit en rien tirer de bon. Monsieur Leibnits, qui possedoit un génie d'une pénétration incomparable, voyant l'embarras où l'on étoit sur cet article, & venant à l'éxaminer avec attention a diverses reprises jugea, qu'il falloit distinguer les Forces en *Mortes* & *Vives*. Il appella Forces Mortes, celles que nous nommons pressions ; & il donna le nom de Forces Vives à celles que nous remarquons dans les Corps qui se meuvent librement. Il fit voir, que les Forces Mortes étoient en raison composée de la vitesse & de la pesanteur d'un Corps, & que les Forces Vives étoient en raison composée du quarrée de la vitesse & de la pesanteur du Corps. Ses preuves sont un peu obscures, ce qui est fort ordinaire dans les nouveautés, parce qu'on ne pénétre pas d'abord tout : cependant ce sentiment a été suivi par Monsieur Huygens, que l'on peut appeller, à cause de son esprit & de ses découvertes, l'honneur & la gloire des Hollandois : après lui sont venus Messieurs Bernoulli, Herman, Wolf, Bulfinger, & Poleni ; mais personne n'a donné un plus grand nombre de preuves sur ce sujet, & ne l'a mieux exposé, que le très-sçavant & le très-renommé Monsieur s'Gravezande, chez qui j'ai vu pour la premiere fois des expériences convaincantes, que j'ai trouvé conformes à la vérité lorsque je les ai faites moi-même dans la suite ; puisque si l'on fait attention à l'effet des Forces, il est toujours comme le quarré de la vitesse, avec laquelle un Corps est mu ; c'est pour cette raison que j'ai éxaminé cette matiere avec beaucoup d'éxactitude & d'application, trouvant que toutes ces expériences, faites de diverses manieres, confirmoient clairement ce sentiment. Fondé sur des principes si évidens, j'ai cherché ensuite à bien prouver toutes chose, tant en faisant attention aux forces pures avec lesquelles les Corps se meuvent, sans être dissipées qu'en considerant leurs effets, lorsqu'ils viennent à perdre leurs forces, comme Monsieur s'Gravezande l'avoit fort bien fait avant moi, (a) & l'avoit confirmé par plusieurs sortes d'expériences. Malgré tout cela il se trouve plusieurs grands Philosophes qui tiennent encore pour l'ancienne opinion, que les Forces sont comme la vitesse des Corps ; car tout ce qu'ils ont autrefois exposé & écrit, est établi sur ce fondement, & il n'arrive pas facilement qu'on abandone ses premiers principes de science, & qu'on en adopte de nouveaux : il paroît aussi qu'il y a des argumens bien clairs & bien forts qui sont en leur faveur. Chaque Nation dispute en quelque maniere l'une contre l'autre, on oppose expériences à expériences, on allégue preuves contre preuves, & on forme par-tout des difficultés, que Monsieur de Mairan (b) très-habile & grand Mathématicien a exposées dans toute leur force avec

(a) *Elément. Physic. Journal Litteraire*, année 1719. *République des Lettres*, 1733.
(b) *Hist. de l'Acad. Roy. des Sciences*, année 1728.

avec une clarté incroyable. Tout cela doit nous porter à procéder dans cette matiere avec beaucoup de prudence & de circonfpection.

§. 162. Si un Corps qui eft en repos, & en toute liberté dans le Vuide fans le moindre obftacle, reçoit une certaine direction d'une Puiffance qui le preffe ; ce Corps dis-je, venant à fe mouvoir fuivant cette direction, continuera à fe mouvoir toujours de la même maniere, & avec la même viteffe qu'il a reçuë dès le commencement. Nous entendons ici par preffion, celle qui agit fur le Corps dans un inftant.

§. 163. Mais fi la Puiffance qui preffe eft conftituée de telle maniere, qu'elle continuë d'avancer en preffant le Corps fuivant la même ligne, la viteffe de ce Corps augmentera, en forte qu'il paffera de fon état de repos jufqu'à divers degrés de viteffe, & enfin jufqu'à celui qu'il reçoit dans fa derniere preffion. La fomme entiere de toutes ces Actions qui fe fuccédent continuellement l'une à l'autre, fe nomme l'*Action entiere d'une Puiffance.* Nous avons traité dans le Chapitre précédent de la Preffion momentanée, mais nous traiterons ici d'une Preffion continuë.

§. 164. Ce Corps, qui eft mu par la Puiffance qui comprime, agit contr'elle par fa Force d'Inertie, à proportion de la force avec laquelle elle eft comprimée. C'eft ainfi que la Force s'engendre, ou bien elle paffe de la Puiffance qui preffe, dans le Corps. Nous appellons *Force* ce principe ou cette proprieté d'un Corps, par laquelle il eft mu, & à l'aide de laquelle il peut agir fur un Obftacle lorfqu'il eft en mouvement, lequel il perd dans cette action.

§. 165. La Force eft par confequent l'effet d'une Puiffance qui comprime, laquelle a agi ou dans un inftant, ou étoit compofée de plufieurs preffions qui fe fuivoient l'une l'autre dans un temps fini.

§. 166. La Force, qui eft produite de cette maniere dans le Corps, eft quelque chofe de permanent, au-lieu que la preffion, qui produifoit la force, fe perd, de même que le temps s'écoule.

§. 167. Chaque Puiffance qui comprime eft d'une grandeur déterminée & par confequent elle ne peut communiquer au Corps qu'une viteffe déterminée. Si la Puiffance, qui agit fur un Corps, fe trouve hors de lui, & demeure dans fon même état, après qu'elle a mis ce Corps en mouvement par fa preffion, elle ne peut le preffer fuivant la même direction, puifqu'elle ne pourroit communiquer à ce Corps que la viteffe avec laquelle il eft déja en mouvement : car foit un pilier ferme A S, un Corps entierement mobile F, & un Reffort B C, lequel étant d'abord bandé vienne à pouffer ce même Corps, en fe débandant avec la viteffe B C : Si nous concevons enfuite que le Corps F foit pofé en B avec la viteffe qu'il a reçuë, & que le même Reffort bandé fe débande de nouveau ; il ne pourra plus pouffer le Corps F comme il avoit fait auparavant, car il fe débande feulement de B en C avec la même viteffe, avec laquelle le Corps eft déja en mouvement. Pl I. Fig. 12.

Soit un homme qui pouffe avec fa main une boule fufpenduë librement dans l'air, que la boule reçoive par-là la viteffe, avec laquelle l'Hom-

l'Homme pouſſe ſa main : Si par conſequent cet Homme après avoir retiré ſa main, entreprenoit de la pouſſer avec la même viteſſe qu'auparavant, en ſuppoſant que le Corps en mouvement ſoit devant la main, la boule ne pourra être atteinte par la main, puiſqu'elle avance dans la même route avec la viteſſe avec laquelle la main ne fait que ſuivre.

§. 168. Mais ſi cette même Puiſſance externe ſe trouve comme en repos à ſon égard, comme au §. 162, cette Puiſſance pourra encore agir ſur le Corps de la même maniere qu'auparavant, & pourra par conſequent communiquer de nouveau la même viteſſe que la premiere fois ; de ſorte qu'il ſera néceſſaire qu'il ſurvienne une ſeconde Puiſſance, qui pouſſe la premiere Puiſſance avec la même viteſſe, avec laquelle le Corps étoit mu après la premiere preſſion.

Pl. I. Fig. 20. Suppoſons un Obſtacle immobile A S, & deux Reſſorts égaux D B, B C, le Corps F, & que le Reſſort bandé D B pouſſe l'autre Reſſort auſſi bandé, BC, avec la même viteſſe avec laquelle on ſuppoſe que le Corps F eſt mu ; le Corps F eſt alors en repos à l'égard du Reſſort B C ; & par conſequent il peut être pouſſé de nouveau par le Reſſort comme la premiere fois, lorſqu'il étoit réellement en repos, de ſorte que le Corps recevra alors ſon ſecond degré de viteſſe.

§. 169. Mais ce Corps F ne peut plus être mu dans la même direction BC, par la preſſion de ces deux Puiſſances DB, puiſqu'il eſt déja porté avec la même viteſſe, avec laquelle les deux Puiſſances ſe ſeroient débandées. Il faut par conſequent, afin qu'il reçoive un troiſiéme degré de viteſſe, qu'il ſurvienne une nouvelle Puiſſance, qui faſſe que le Corps F ſoit en repos à l'égard de la Puiſſance B C : car B C pourra alors preſſer & agir de nouveau, comme dans le premier cas : Cela ſe fera, ſi les deux Puiſſances ED & DB pouſſent BC avec cette viteſſe avec laquelle le Corps F eſt porté. Pl. I. Fig. 21.

§. 170. Par conſequent un Corps, qui paſſe du repos au mouvement & qui eſt porté juſqu'à divers degrés de viteſſe, reçoit le même degré de viteſſe, qui eſt égal au nombre des Puiſſances externes qui agiſſent enſemble ou qui s'entr'aident l'une l'autre. En effet, le Corps reçoit d'une Puiſſance une viteſſe, & étant ainſi mis en mouvement, il reçoit des deux Puiſſances qui agiſſent enſemble ſon ſecond degré de viteſſe ; puis étant mu de cette maniere, il reçoit des trois Puiſſances, qui agiſſent enſemble, ſon troiſieme degré de viteſſe, & ainſi de ſuite.

§. 171. Ainſi, lorſqu'un Corps eſt deja en mouvement, il eſt beſoin de pluſieurs Puiſſances externes, pour augmenter la viteſſe ſeulement d'un degré. Car, ſi un Corps eſt mu avec 100 degrés de viteſſe, il n'eſt pas ſeulement beſoin d'une ſeule nouvelle Puiſſance pour lui donner le 101 degré de viteſſe, mais il ſera néceſſaire, qu'il y ait 101 Puiſſances enſemble, qui agiſſent ſuivant la premiere direction, & elles pourront toutes enſemble communiquer au Corps le 101 degré de viteſſe.

§. 172. C'eſt pourquoi il eſt bien plus difficile d'augmenter le mouvement d'un Corps, que de le faire paſſer du repos au mouvement : car une ſeule

ſeule Puiſſance externe peut bien lui donner le mouvement, mais dès qu'il eſt en mouvement il ne peut plus en recevoir aucune augmentation par cette même Puiſſance. Suppoſons qu'un Homme en pouſſant de toute ſa force un Corps, lui donne un tel degré de mouvement, qui le faſſe avancer de 10 pieds en une ſeconde; que l'on ſuppoſe enſuite ce même Homme placé dans une Barque de trait, laquelle étant tirée, avance auſſi de 10 pieds en une ſeconde, ſuivant la même direction avec laquelle le Corps avance: de cette maniere l'Homme ſe trouve dans l'état précédent à l'égard du Corps, & il peut encore en le pouſſant de toute ſa force, lui donner une deuxiéme viteſſe, & le faire avancer de 20 pieds dans une ſeconde. Si ce même Homme étoit enſuite placé ſur un Fond ferme, ſans ſe remuer, en ſuppoſant que le Corps qui avance ſe trouvât vis-à-vis de lui, ſi il vouloit encore pouſſer de toute ſa force ce même Corps ſuivant ſa direction, il ne pourra le faire, ni toucher le Corps, car celui-ci court déja avec une viteſſe qui eſt double de celle avec laquelle il avance ſes mains pour pouſſer le Corps. Quoi, un Homme pourroit-il avec ſes mains frapper un boulet de Canon, que l'on a tiré, & augmenter la viteſſe avec laquelle il ſe meut? Perſonne ne ſçauroit certainement jamais le faire, parce que la viteſſe du boulet eſt beaucoup plus grande, que celle avec laquelle ou pourroit donner du mouvement à ſes mains. Il eſt néceſſaire de bien entendre ceci, car on peut par-là réſoudre beaucoup de difficultés que font les Partiſans de l'ancienne opinion.

§. 173 Il paroît donc d'une maniere aſſez évidente, que les Puiſſances, qui augmentent le mouvement, ſont en même raiſon que le degré de viteſſe du Corps qui eſt mu.

§. 174. Ainſi un Corps réſiſte à une augmentation de viteſſe en même raiſon de ſa viteſſe. En effet, ſi un Corps a 100 degrés de viteſſe, & qu'il vienne à être mu avec un degré de viteſſe de plus, il ne réſiſte pas à une Puiſſance, mais à 101 Puiſſances, par conſequent cette réſiſtance eſt comme la viteſſe, c'eſt-à-dire, chacune eſt égale à 101.

§. 175. Puiſque la force paſſe de la Puiſſance qui preſſe, dans le Corps qui eſt preſſé, ſuivant le §. 164, cette force ſera toujours produite ou placée dans un Corps mu, & elle eſt égale au nombre des Puiſſances qui cauſent la viteſſe. Le Corps reçoit une force par l'action d'une Puiſſance qui agit ſur lui: ce même Corps venant à être preſſé dans la ſuite par deux Puiſſances, qui agiſſent enſemble, il reçoit de nouveau deux forces; étant preſſé enſuite par trois Puiſſances, qui agiſſent en même temps, il reçoit encore trois forces de plus; puis ſe trouvant de nouveau preſſé par quatre Puiſſances, qui agiſſent tout à la fois, il reçoit encore quatre forces: car chaque Puiſſance communique toujours ſa force au Corps.

§. 176. Si les Puiſſances du §. 167 & 168, qui s'entr'aident l'une l'autre, ſont égales, & agiſſent ſucceſſivement l'une après l'autre, les degrés de viteſſe ſe ſuivront réciproquement en des temps égaux.

Soit

Soit d'abord une Puiſſance qui preſſe, elle produira en un temps un degré de viteſſe ; que dans le temps ſuivant deux Puiſſances preſſent enſemble, elles communiqueront au même Corps le ſecond degré de viteſſe ; que dans le troiſiéme temps trois Puiſſances preſſent tout à la fois, elles produiront la troiſiéme viteſſe, & ainſi de ſuite ; de ſorte que ſi les Puiſſances qui preſſent augmentent dans la ſuite en nombre dans des temps égaux, elles feront accroître dans des temps égaux les degrés de viteſſe qui ſe ſuccédent l'un à l'autre.

§. 177. Les forces qui ſont dans un Corps, qui ſe meut librement, ſont comme le quarré de la viteſſe, avec laquelle le Corps eſt mu.

Pl. I. Fig. 22. Soit un Triangle à angles droits A B C ; qu'on diviſe le côté A B en une infinité de petites parties, qui ſoient toutes égales entr'elles, comme A D, D F, F H, H K, K L, L R, R B ; que chacune de ces petites parties repréſente un degré de viteſſe ; que A D ſoit la premiere viteſſe, D F la ſeconde, F H la troiſiéme, & ainſi de ſuite : Que l'on tire ſur le point D une ligne D E, qui tombe perpendiculairement ſur A B ; que cette ligne marque une Puiſſance, qui communique au Corps par ſa preſſion le premier degré de viteſſe, qui eſt A D ; que l'on tire de la même maniere ſur le point F la ligne F G, qui ſoit paralléle à la précédente D E, en ſorte que la ligne F G ſoit une fois auſſi grande que D E, alors F G repréſentera deux Puiſſances qui preſſent, leſquelles agiſſant enſemble, pourront communiquer au Corps qui eſt déja en mouvement le ſecond degré de viteſſe, ſuivant le §. 168. Que l'on tire ſur le point H la perpendiculaire H I, qui eſt trois fois plus grande que D E, & de cette maniere H I repréſentera trois Puiſſances, qui ſont auſſi néceſſaires pour donner le troiſiéme degré de viteſſe au Corps, qui ſe trouve déja en mouvement. K M qui eſt paralléle à H I, & quatre fois auſſi grande que D E, pourra repréſenter quatre Puiſſances, qui agiſſant enſemble ſur le Corps qui ſe meut avec trois degrés de viteſſe, lui communiqueront le quatriéme degré de viteſſe. De la même maniere L N qui eſt paralléle à K M, & cinq fois plus grande que D E, repréſente cinq Puïſſances pour communiquer le cinquiéme degré de viteſſe. R O paralléle à L N, & qui eſt ſix fois plus grande que D E, repréſente ſix Puiſſances, qui communiquent le ſixiéme degré de viteſſe. Enfin, B C qui eſt paralléle à D E, & qui eſt ſept fois plus grande que D E, fait voir la ſeptiéme Puiſſance, qui communique le ſeptiéme degré de viteſſe au Corps qui eſt en mouvement.

Si l'on conçoit, que les lignes des viteſſes ſont infiniment petites, c'eſt-à-dire, que les points D, F, H, K, L, R, B, ſont ſitués infiniment proche l'un de l'autre, les lignes D E, F G, H I, K M, L N, R O, B C rempliront tout le Triangle A B C, comme le démontrent les Mathématiciens d'aujourd'hui : par conſequent, le Triangle ABC repréſentera la ſomme de toutes les Puiſſances, qui étoient néceſſaires pour exciter ſept degrés de viteſſe dans un Corps, qui étoit auparavant en repos : De même, le Triangle AHI repréſentera toutes les Puiſſances, qui étoient requiſes,

requiſes, pour donner trois degrés de viteſſe à un Corps, qui étoit d'abord ſans mouvement : Mais le Triangle AHI, eſt au Triangle A B C, comme le quarré ſur A H, eſt au quarré ſur A B. Par conſequent les Forces, qui ont pu communiquer trois degrés de viteſſe à un Corps qui étoit en repos, ſont aux Puiſſances, qui ont pu le porter juſqu'au ſeptiéme degré de viteſſe, comme le quarré ſur A H, qui eſt le quarré de 3, lequel eſt 9, eſt au quarré de A B, lequel eſt 7, dont le quarré eſt 49.

Or les forces, produites dans un Corps, ſont comme les Puiſſances, qui ont agi ſur lui, & par conſequent les forces ſeront dans un Corps, qui ſe meut avec trois degrés de viteſſe, aux forces de ce même Corps, qui eſt porté avec ſept degrés de viteſſe, comme 9 à 49. Par conſequent les forces ſont dans les Corps, qui ſe meuvent en toute liberté, comme les quarrés des viteſſes, avec leſquelles ils ſont mus.

§. 178. Voici quelques Axiomes qui doivent avoir lieu en comparant des Corps en mouvement. Si deux Corps égaux ſont mus avec diverſes viteſſes, leurs forces ſeront comme les nombres quarrés, qui expriment les viteſſes. Si le Corps A eſt mu avec une viteſſe, & B avec dix, A n'aura qu'une ſeule force, & B en aura cent, ce qui ſuit du §. 177.

§. 179. Si les viteſſes de deux Corps ſont égales & les Corps inégaux, leurs forces ſeront en meme raiſon que leurs grandeurs : car ſi le Corps A eſt une fois auſſi grand que B, on peut concevoir que A eſt composé de deux Corps, dont chacun eſt auſſi grand que B; or chacun d'eux a la même viteſſe, & comme ils ont la même grandeur, ils ont auſſi l'un & l'autre les mêmes forces : il y aura par conſequent deux forces en A, mais il n'y en aura qu'une ſeule en B, de ſorte que les forces ſont comme les grandeurs des Corps A & B.

§. 180. Si les deux Corps A & B ſont de grandeur inégale, & ſe meuvent auſſi avec des viteſſes différentes, leurs forces ſeront en raiſon composée des grandeurs & du quarré des viteſſes.

Soit A deux fois auſſi grand que B, & que A ſoit mu avec 10 viteſſes, B avec deux, les forces de A ſeront alors comme $2 \times 10 \times$, qui eſt 200, & celles de B comme $1 \times 2 \times 2$, qui eſt comme 4. car la moitié de A eſt auſſi grande que B, par conſequent la force de la moitié de A, eſt à celle de B, comme le quarré de la viteſſe de A, eſt au quarré de la viteſſe de B, c'eſt-à-dire, comme 100 à 4; mais chaque partie de A a ces forces, par conſequent toutes les forces de A ſont égales à 200, & celles de B ſeulement 4.

§. 181. Si deux Corps de grandeurs inégales ſont mus avec des forces égales, les quarrés des viteſſes ſeront en raiſon renverſée des grandeurs. Soient les Corps A & B que la viteſſe de A ſoit nommée a, & que celle de B ſoit appellée b : par conſequent les forces de A ſeront A a a, & celles de B ſeront Bbb; mais on a ſupposé ces forces égales de part & d'autre, ce qui fait Aaa = Bbb, leſquelles étant réduites en proportion, feront A. B : : bb, a a. On pourra voir cela à l'aide des nombres. Que A ſoit 4, & que B ſoit un : que la viteſſe de A ſoit 4, & que celle de B

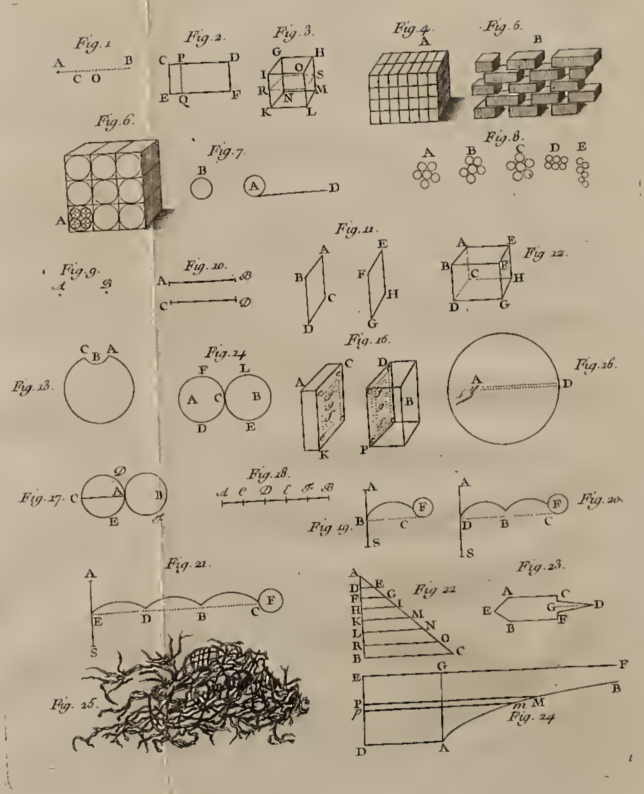
N ſoit

ſoit 8, de cette maniere les forces de A ſeront 4 × 4 × 4, qui eſt 64; & celles de B ſeront 1 × 8 × 8, qui eſt auſſi 64. réduiſant enſuite ces nombres en proportion, on aura 4, à 1. comme 8 × 8 à 4 × 4. c'eſt-à-dire le Corps A eſt à B, comme le quarré de la viteſſe de A.

Juſqu'à préſent notre raiſonnement eſt purement Mathématique, & nous avons conſideré les forces pures des Corps : mais il faut éxaminer dans la Phyſique, ſi les expériences confirment tout cela, & ſi les Corps qui ſont portés avec divers degrés de viteſſe agiſſent auſſi comme les quarrés des viteſſes, car ſans cela il n'eſt pas poſſible de faire voir que nous avons tout éxaminé & que les raiſonnemens que nous avons faits ſont juſtes : les expériences peuvent être du moins regardées comme des preuves ſuffiſantes & convaincantes. On a fait un Reſſort d'acier A B, qui tient par derriere à un Corps cilindrique concave F, lequel eſt ſuſpendu par deux cordes à une Machine, qui eſt faite pour meſurer le choc des Corps : on a attaché ſur cette même machine une lame D E, contre laquelle on peut ſerrer & tendre le Reſſort : il y a dans le milieu de la lame D E une ouverture, dans laquelle paſſe la queuë C du Corps F : la queuë C a divers petits trous, dans leſquels on fait entrer une petite cheville pour tenir le Corps F ferme, & le Reſſort A B bandé, plus ou moins, ſelon qu'on fiche la cheville dans un des trous de la queuë, qui eſt ou plus près ou plus éloigné du Corps cilindrique : lorſque tout cela eſt diſpoſé de cette maniere, & que l'on tire du petit trou la petite cheville qui s'y trouve, le Reſſort A B ſe débande contre la lame D E, & frappant en même temps le Corps F, elle le met en mouvement, par exemple, avec une viteſſe de dix degrés, que l'on peut meſurer ſur une régle diviſée de la Machine précédente : Que l'on rempliſſe enſuite la cavité du Cilindre F avec un morceau de plomb, qui rende ce Cilindre deux fois auſſi peſant, qu'il n'étoit auparavant; que l'on bande le Reſſort A B de la même maniere qu'auparavant, en fichant une petite cheville dans le même trou de la queuë : ſi l'on tire alors cette petite cheville, le Reſſort qui eſt tendu préciſément tout de même qu'auparavant, agira auſſi avec la même force qu'il avoit fait, mais le Corps F ne recevra alors qu'une viteſſe de 7, 07 degrés : Que l'on ſuppute à préſent les forces du Corps qui a été mis en mouvement dans ces deux cas; les forces ſont comme les quarrés des viteſſes, multipliées par la grandeur des Corps, ce qui eſt dans le premier cas 10 × 10 × 1 = 100. & dans le ſecond cas 7, 07 × 7, 07 × 2 = 100. de cette maniere les forces ſont égales, & il faut auſſi qu'elles ſoient égales, car un Reſſort, bandé avec la même force dans les deux cas, doit frapper également fort, & produire les mêmes forces. On verra, que ſi l'on ſupputoit les forces ſuivant le calcul des autres Philoſophes, les viteſſes ne devroient pas être dans ces deux cas, comme nous venons de les trouver : par exemple, ces Meſſieurs établiſſent que les forces ſont en raiſon compoſée de la viteſſe & de la grandeur des Corps : par conſequent, comme la viteſſe eſt de 10 degrés dans le premier cas, les forces ſeront auſſi 1 × 10 = 10. Mais dans le ſecond cas,

Pl. II. Fig. 1.

le


Fig.1
Fig.2.
Fig.3.
Fig.4.
Fig.6.
Fig.6.
Fig.7.
Fig.8.
Fig.9.
Fig.10.
Fig.11.
Fig.12.
Fig.13.
Fig.14
Fig.15.
Fig.16.
Fig.17.
Fig.18.
Fig.19.
Fig.20.
Fig.21.
Fig.22
Fig.23.
Fig.24
Fig.25.

le Corps étant devenu une fois aussi pesant qu'il étoit auparavant, les forces seront aussi 10, & par consequent la vitesse ne peut être que 5, car étant multipliée par 2, la pesanteur ou la grandeur du Corps ne donneroit alors que 10; cependant on ne trouve pas qu'il y ait de vitesse de 5 degrés, mais bien de 7, 07, comme je l'ai dit, ce qui différe fort de 5; d'où il paroît, que notre calcul s'accorde avec les expériences, au-lieu que celui de nos Adversaires n'y est pas conforme. Que l'on fasse autant d'expériences que l'on voudra à l'aide de cette Machine, on trouvera toujours, qu'il n'y a que notre supputation qui puisse avoir lieu. Il est besoin que l'on conçoive clairement, quelle sorte de force c'est que le Ressort, dont nous nous servons pour l'expérience précédente; car on pourra alors remarquer, en quoi nos Adversaires se trompent, & que leurs objections n'ont aucune force. Ils alléguent en effet. que nous n'avons fait aucune attention au temps, auquel le Ressort agit, & que le Temps de l'action étant aussi compté, les effets doivent être tels que nous les trouvons, mais qu'alors l'ancienne supputation doit avoir lieu: par exemple, le Corps cilindrique F reçoit 10 degrés de vitesse à l'aide du Ressort bandé & qui se lâche ensuite: supposons que ce Corps F devienne quatre fois plus pesant, en y mettant du plomb en dedans; ce Corps, après que le Ressort a été bandé de la même maniere, reçoit une vitesse de 5 degrés: Or dit-on, le Ressort agit dans ce dernier cas sur le Corps en un temps deux fois plus long que dans le premier cas, puisque la vitesse est deux fois plus petite: une force, qui agit en deux fois plus de temps, doit produire deux fois autant d'effet: par consequent, si l'on mutiplie la vitesse par la pesanteur du Corps & par le temps, on aura pour le premier cas $10 \times 1 \times 1 = 10$. & pour le second cas $5 \times 4 \times 2 = 40$. de sorte que les effets sont les uns aux autres comme 1 à 4, selon l'ancienne supputation, au-lieu qu'ils seroient égaux selon notre nouveau calcul, & que dans chaque cas les forces seroient égales à 100. On concevra aisément la réponse que nous faisons à cette difficulté, si l'on fait seulement attention à l'action du Corps. Pl. II. Fig. 1.

Lorsque le Ressort est bandé, & qu'on vient à le lâcher, il a dans le commencement de son débandement le plus de force pour agir; car il le fait voir lorsqu'on le bande, faisant chaque fois d'autant plus de résistance qu'on le bande davantage: ainsi après que ce Ressort s'est un peu débandé, il a moins de force pour agir, & cette force diminuë continuellement à mesure qu'il se débande, jusqu'à ce qu'enfin il ne lui reste plus aucune force: Par consequent; le produit de toutes ces actions est déterminé: Or il est impossible, que ce produit devienne plus grand ou plus petit, quand même toute l'action se passeroit dans un temps plus long ou plus court. Si donc le produit devenoit plus grand, lorsque la force du Ressort reste toujours la même, & qu'il agit tantôt une minute, tantôt deux, il faudroit dans ce cas que les effets fussent comme 1 à 2; & c'est ce qu'on a supposé dans l'objection; mais cela n'a pas lieu dans le Ressort, qui n'a qu'une force déterminée, & qui l'a perd à chaque

moment, jusqu'à ce qu'il ne lui en reste plus. Supposons un homme qui ait 100 forces, que cet homme avance en marchant, & qu'après avoir dissipé ces forces, il tombe mort : ne sera-ce pas la même chose dans ce cas, si cet homme avance en marchant, ou si il avance en courant ; car dans les deux cas il n'a que 100 forces à dissiper, & il tombe mort dès qu'il les a perduës ; dans l'un de ces deux cas, il dissipe lentement 100 forces, & dans l'autre cas, il les dissipe plus vite ; mais il fera le même chemin avec ses forces, soit qu'il marche ou qu'il coure. Cependant il ne fera pas plus de chemin en marchant, & en employant plus de temps ; car si il a besoin d'une force pour chaque pied de chemin, qu'il lui faudroit jetter son Corps en avant, il aura dissipé toutes ses 100 forces, en marchant 100 pieds de chemin, & il aura aussi perdu le même nombre de forces, en courant 100 pieds de chemin : Cet homme, qui court, perdant de plus en plus ses forces, selon qu'il avance davantage, est comme un Ressort, qui perd aussi de plus en plus ses forces, selon qu'il avance plus loin, & qu'il se débande. C'estpourquoi le Ressort, qui a 100 forces, ne pourra non-plus produire qu'un effet de 100, soit qu'il se débande fort lentement ou fort vite ; mais il ne produira pas un effet de 200, comme le prétendent ceux du parti contraire, en se debandant avec deux fois plus de lenteur : Et pour éxaminer encore une fois l'exemple qu'ils proposent, que l'on suppose deux hommes A & B, ayant chacun 100 forces, A doit porter un poids d'une livre, & il est besoin d'une force, pour que ce poids puisse être transporté à un pied de distance : Que l'on donne à B un poids de 4 livres : Que A coure rapidement avec son poids, il tombera mort après s'être avancé de 100 pieds en courant : mais que B s'avance lentement, & qu'il employe en marchant deux fois, trois fois, & même dix fois autant de temps, il ne pourra pourtant transporter son poids, qui est quatre fois plus pesant, qu'à la distance de 25 pieds, & tombera alors roide mort : il ne le portera pas plus loin en deux fois autant de temps, car il perd quatre parties de ses forces, en transportant son poids à un pied de distance. On peut aussi concevoir cela d'une maniere mathématique. Soit un Ressort d'acier A B, attaché proche de A, que l'on puisse pousser de B jusqu'à D, & le bander de cette maniere, en sorte qu'il soit droit comme A D : si il vient à se débander, il parcourra le chemin D B : lorsqu'il ne fait que commencer à se débander, il a alors le plus de force, & il en a continuellement moins pour se remettre, à proportion qu'il s'est débandé davantage. Que l'on pose donc sur D B une ligne perpendiculaire D C, qui exprime la force de ce Ressort dans le commencement de son débandement ; que l'on tire une ligne paralléle à D C, sur chaque point de son chemin, laquelle représente par sa longueur la grandeur de la force que le Ressort a sur chaque point de son chemin : Comme ces forces vont se perdre sur B, on tirera la ligne C B, laquelle formera un Triangle, qui représentera la somme de toutes les forces : il n'importe pas ici, que C B soit une ligne droite ou une ligne courbe ; on aura une surface D C B, qui représentera la somme des forces

Pl. II. Fig. 4.

forces de ce Ressort, & soit que ce Ressort, qui a les mêmes forces, lorsqu'il est bandé également fort, parcoure son chemin DB en une minute, ou en deux, ou en dix, on aura toujours la même somme des forces, égale à DCB, & par consequent le même effet. Il paroît donc de-là, qu'il est inutile d'appeller ici le temps à son secours.

Mais disons aussi quelque chose du Temps, afin qu'on ne puisse pas nous accuser de négligence. Tout l'effet du Ressort consiste en forces, qu'il fait agir dans chaque point de son débandement. 2. Il est composé de Vitesse, avec laquelle le Ressort se rétablit. 3°. du Tems. Qu'on nomme la force du Ressort V, la vitesse C, & le temps T: par consequent toute l'action du Ressort sera la valeur de ces trois grandeurs multipliées l'une par l'autre, qui est $V \times C \times T$. que ce même Ressort se débande ensuite deux fois aussi vite, sa vitesse sera 2 C. Mais alors il parcoura le même chemin dans la moitié du temps précédent, c'est-à-dire, dans $\frac{1}{2}$ T qu'on multiplie de nouveau les trois grandeurs l'une par l'autre, & on aura $V \times 2 C \times \frac{1}{2} T$. mais le produit est le même dans les deux cas; car $VCT = V \times 2 C \times \frac{1}{2} T = VCT$. donc toute l'action est égale dans les deux cas, & il faut alors aussi que les effets soient égaux, & non deux fois aussi petits comme on le prétendoit.

Nous tirons de ce cette Doctrine une consequence tout-à-fait singuliere; car on suppose, que si le Ressort, en se débandant avec une double force, parcourt un chemin deux fois aussi grand que ci-dessus, toute son action sera quatre fois aussi grande. Supposons que le Ressort soit porté jusques en D, & qu'il ait alors une force aussi grande que DE, qui est deux fois DC: qu'il parcoure, en se débandant, le chemin DF, qui est deux fois plus grand que DB, de cette maniere le Triangle de DEF représentera toute l'action du Ressort: si l'on compare ensuite le Triangle précédent DCB avec celui-ci DEF, qui lui est semblable, DCB sera à DEF, comme le quarré sur DC, est au quarré sur DE, c'est-à-dire, 1 comme à 4. par consequent toute l'action précédente du Ressort, est à cette derniere, comme 1 à 4. Si donc on bande, comme ci-dessus, un Ressort avec deux fois autant de poids, sa premiere action sera DE, & il parcourra deux fois autant de chemin pour se débauder sçavoir DF, par consequent toute son action sera quatre fois plus grande, c'est pourquoi il devra pousser dans le dernier cas un seul & même Corps avec deux fois autant de vitesse. J'ai trouvé que cela s'accordoit avec l'expérience, pourvu qu'on ne bande pas le Ressort trop fort, car autrement si on le bande par le moyen d'un double poids, il ne se courbera pas une fois autant, & ne se débandera pas non plus ensuite une fois autant.

Pl. II. Fig. 4.

§. 182. Mr. Jean Bernouilli, fameux Mathématicien, a encore donné *(a)* une autre démonstration bien simple & bien facile des forces des Corps, qui se meuvent librement. Cette démonstration est si belle que je

(a) *Acta Lipsiensia*, Ao. 1735.

je ne puis me difpenfer de la joindre ici. Soient deux Corps A & B de différente grandeur ; que l'on concoive entr'eux une rangée de Refforts également grands & également forts : lorfque ces Refforts viendront à fe débander, les Corps feront pouffés & mis en mouvement, l'un à droite, l'autre à gauche, jufqu'à ce que les Refforts fe foient entierement débandés : les Corps ont reçu des viteffes qui s'accordent avec leurs grandeurs, & avec lefquelles ils continuent enfuite à fe mouvoir. Qu'on faffe ici bien attention, que ces Corps A & B font pouffés à chaque inftant avec une égale force ; ainfi l'augmentation de viteffe dans le Corps A, eft à celle du Corps B, comme la grandeur de B, eft à celle de A, fuivant le §. 154. par confequent, lorfque les Refforts fe feront entierement débandés, toutes les viteffes feront en même raifon que les augmentations des viteffes : Que la viteffe de A foit $= b$, on aura alors $A, B :: b, a$. de forte qu'en multipliant les deux grandeurs extrêmes, & les deux grandeurs du milieu, $A a$ fera $= B b$. Comme dans ces deux Corps, les preffions commencent enfemble & finiffent auffi enfemble, leurs temps, dans lefquels ils produifent leurs viteffes, font égaux. Comme les augmentations des viteffes, de même que toutes les viteffes reçuës, font auffi en raifon renverfée des grandeurs des Corps, le Centre commun de la pefanteur C reftera en repos, tandis que les deux Corps feront mus féparément l'un de l'autre. C'eft pourquoi la rangée de Refforts fera divifée de telle maniere au point C, qu'une partie C A, fera à l'autre partie C B, comme le Corps B eft au Corps A, ou comme la viteffe a eft à la viteffe b. Ce point C eft alors comme un Oftacle immobile, contre lequel les Refforts preffent de part & d'autre, & fe débandent : Ces Refforts communiquent leurs forces aux Corps A & B : par confequent les forces vivantes, que le Corps A reçoit des Refforts entre A & C, feront à celles de B, produites par les Refforts C B, comme le nombre des Refforts qui font entre A C, eft au nombre de ceux qui font entre B C, c'eft-à-dire comme a à b. Que l'on nomme k les forces qui font dans le Corps A, & que l'on appelle r celles qui font dans le Corps B, ces forces feront alors en même proportion que voici, $k :: a, b$. Comme nous avons vu ci-deffus que $A a$ étoit $= B b$, on peut multiplier a & b par ces grandeurs égales, qui ne changent pas la proportion ; de forte qu'on a $k. r :: A a \times a : B b \times b$. Il paroît de-là, que les forces k & r des deux Corps font en raifon compofée des grandeurs des Corps & des quarrés de leurs viteffes.

Pl. XIV. Fig. 13.

Suppofons ici, que le Corps A foit deux fois plus grand que le Corps B, le Corps B devra pour cette raifon fe mouvoir deux fois plus vite que le Corps A, parcequ'il eft pouffé par deux fois plus de refforts, & par confequent il reçoit deux fois plus de forces : Si l'on divife A par le milieu, en forte que chaque partie foit auffi grande que B, il y aura dans chacune d'elles la $\frac{1}{4}$ partie des forces qui font en B, d'où l'on voit, que les forces font comme les quarrés des viteffes. Nous prouverons encore, dans divers Chapitres fuivans, la même vérité par d'autres argumens.

§. 183.

§. 183. Si les viteſſes de deux Corps ſont en raiſon inverſe de leurs grandeurs, leurs forces ſeront auſſi en raiſon inverſe de leurs grandeurs.

Soient les Corps A & B, que la viteſſe de A ſoit a, & que celle de B ſoit b, on ſuppoſe toujours ici a, b : : B, A. par conſequent en multipliant les deux grandeurs du milieu & les deux grandeurs extrêmes l'une par l'autre, on aura des produits égaux : c'eſt-à-dire a A = b B. Si on multiplie deux grandeurs égales par des grandeurs inégales, les produits ſeront comme les grandeurs inégales : qu'on multiplie donc ici l'une par a, & l'autre par b. on a a A ⋈ a & b B ⋈ b. elles ſeront alors comme a, à b. mais a, eſt à b : : B, A. par conſequent a A ⋈ a, eſt à b B ⋈ b : : B, A. Or, a A ⋈ a = A a a ou les forces de A, puiſque A eſt multiplié par le quarré de ſa viteſſe : & b B ⋈ b = Bbb, ou les forces de B, ainſi les forces ſont en raiſon inverſe des grandeurs des Corps.

§. 184. Nous avons vu juſqu'à préſent quels ſont les effets que produiſent les Forces externes, qui agiſſent ſur les Corps. Mais ſuppoſons une Force, qui réſide au-dedans d'un Corps, & qui le preſſe en-dedans, elle communiquera auſſi à ce Corps quelque viteſſe dans un temps déterminé. Comme on conçoit cette Force au-dedans du Corps, elle eſt en repos à ſon égard, quelle que ſoit la viteſſe avec laquelle ce Corps ſoit mu : Par conſequent cette Force produira toujours dans le Corps des degrés égaux de viteſſe dans des temps égaux : c'eſt pourquoi une Force, qui réſide en-dedans d'un Corps, pourra produire en lui de tels effets, qui ne feroient produits que par pluſieurs Forces, qui agiroient enſemble extérieurement ſur ce Corps. Une pareille Puiſſance interne produira dans le Corps un mouvement également accéléré. On demandera peut-être, comment on peut concevoir dans un Corps une Puiſſance interne qui le preſſe. Voici de quelle maniere on peut le concevoir. Suppoſons qu'il y ait dans une boule de bois une pierre d'Aiman, & qu'il ſe trouve en même temps hors de cette boule une autre pierre d'Aiman, alors l'Aiman renfermé pouſſera la boule vers l'autre Aiman, & s'avançant en même temps que cette boule, il reſtera en repos à ſon égard, & ne laiſſera pourtant pas de la preſſer toujours tout de même. Ce n'eſt ici qu'un exemple, que nous alléguons, pour faire voir, comment on peut concevoir une Puiſſance interne dans les Corps.

§. 185. Cette Puiſſance interne produira dans le Corps des Forces inégales dans des temps égaux. En effet, cette Puiſſance communique au Corps dans le premier temps une viteſſe, & par conſequent une Force ; mais elle produit en deux temps deux viteſſes, & par conſequent le Corps aura alors quatre Forces : elle excite en trois temps trois viteſſes, de ſorte que le Corps aura alors neuf Forces : Ainſi les augmentations des Forces dans des temps égaux ſeront, comme ces nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, &c.

§. 186. Un Corps, mis en mouvement par une Puiſſance interne, décrira des eſpaces, qui ſeront comme les quarrés des Temps, qui ſe ſont écoulés depuis le commencement du mouvement, ou comme les quarrés des viteſſes.

Qu'on

Qu'on nomme les temps T, & les vîteſſes C : un Corps reçoit en un temps une vîteſſe, il reçoit deux vîteſſes en deux temps, il en reçoit trois en trois temps, & ainſi de ſuite, ſuivant le §. 184. Si on multiplie le temps, qu'un Corps employe à courir par ſa vîteſſe, on aura l'eſpace parcouru, ſuivant le §. 131. Qu'on poſe par conſequent :

1 T donne 1 C, ainſi l'eſpace eſt $1 \times 1 = 1$.
2 T donnent 2 C, ainſi l'eſpace eſt $2 \times 2 = 4$.
3 T donnent 3 C, ainſi l'eſpace eſt $3 \times 3 = 9$.

Par conſequent les eſpaces parcourus, en comptant depuis le commencement du temps, ſont comme 1, 4, 9. Ces nombres ſont les quarrés des temps & des vîteſſes. On prouve encore cette propoſition de la maniere ſuivante. Que la ligne A B repréſente le temps, partagé en parties égales, mais infiniment petites, comme A D, D M, M N, N O, O P, P Q, Q R, R T, T B. Qu'on tire ſur le point D, une ligne perpendiculaire D E, qui repréſente la viteſſe du Corps, laquelle a été reçuë dans le temps de A D ; ſi cette vîteſſe eût été toujours la même, le Corps auroit parcouru un eſpace, qui ſeroit repréſenté par la ſurface A S E D, car ſi on multiplie la ligne A D par la ligne E D, il en nait la ſurface A S E D : Qu'on tire auſſi de même ſur M une ligne perpendiculaire M F, deux fois auſſi grande que D E, qui repréſente une vîteſſe reçuë en deux temps ; ſi par conſequent la vîteſſe reçuë dans le ſecond temps D M, eût été toujours la même, le Corps auroit parcouru dans ce ſecond temps un eſpace, qui ſeroit repréſenté par la ſurface D F M. Si l'on tire toujours de cette maniere ſur chaque point de la ligne A B, qui repréſente le temps, d'autres lignes perpendiculaires, qui expriment les vîteſſes reçuës dans ces temps-là ; tous ces parallelogrammes repréſenteront l'eſpace que le Corps a parcouru dans chaque temps. Mais nous avons ſuppoſé ici, que le Corps avoit reçu dans chaque temps un mouvement égal, ce qui n'eſt pourtant pas vrai ; car dès qu'il a ceſſé d'être en repos il a d'abord paſſé par divers degrés de vîteſſe juſqu'à ce qu'il a reçu la vîteſſe D E, ſur la fin du temps de A D, par conſequent il décrira un eſpace plus petit que A S E D, & même ſeulement un tel eſpace, qui eſt exprimé par le Triangle ADE ; de même encore, après avoir reçu la vîteſſe de D E, il ne reçoit ſur le dernier point du temps de D M, que la vîteſſe M F, la vîteſſe de D E, s'augmentant inſenſiblement juſqu'à M F, c'eſt pourquoi le Corps parcourra un eſpace, qui ſera repréſenté par le Triangle D F M. Il en eſt de même à l'égard des autres ſurfaces, qui compoſent les côtés ſuivans du Triangle, & qui repréſentent l'eſpace parcouru dans les temps qui ſuivent. Ainſi, comme le Triangle A D E, eſt au Triangle A M F, comme le Quarré de A D, eſt au Quarré de A M, l'eſpace que le Corps a parcouru en un temps, ſera à l'eſpace parcouru en deux temps, comme le Quarré d'un temps, eſt aux Quarré de deux temps. De même, le Triangle A D E, eſt au Triangle

Pl. II. Fig. 2.

Trangle AMF, comme le Quarré de DE, eſt au Quarré de MF; mais DE & MF repréſentent les vîteſſes; c'eſt pourquoi l'eſpace qu'un Corps a parcouru en un temps, eſt à l'eſpace parcouru en deux temps, comme le Quarré de la vîteſſe reçuë ſur la fin du premier temps, eſt au Quarré de la vîteſſe reçuë ſur la fin du ſecond temps.

§. 187. Ainſi les eſpaces que ce Corps parcourt dans des temps égaux, ſeront comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9. Car en comptant les eſpaces depuis le commencement du mouvement, ils ſont 1, 4, 9, 16, 25, par conſequent l'eſpace parcouru dans le premier temps, eſt comme 1, l'eſpace parcouru dans le ſecond temps eſt comme 3, celui qui eſt parcouru dans le troiſiéme temps eſt comme 5, & ainſi de ſuite.

§. 188. Comme il a été démontré au §. 185, que les forces reçuës dans des temps égaux, ſont comme les nombres 1, 3, 5, 7, 9. & comme on a fait voir auſſi au §. 187. que les eſpaces parcourus dans des temps égaux, ſont comme 1, 3, 5, 7, 9; il paroît qu'il y a raiſon d'égalité entre les forces reçuës, & les eſpaces parcourus dans des temps égaux.

§. 189. Un Corps qui ſe meut avec une vîteſſe déterminée, peut-être privé de toutes les forces qu'il poſſéde en lui-même par la preſſion d'une puiſſance, qui agiſſe ſur lui par une direction oppoſée, & qui ſoit auſſi grande que celle qui avoit produit ces forces dans ce Corps. Pl. II.

En effet, ſi deux Reſſorts BD, DC, qui preſſent d'un côté contre l'Obſtacle ferme AS, & de l'autre contre le Corps C, communiquent à ce même Corps deux forces, avec leſquelles il aille choquer les deux Reſſorts EF, FG, égaux aux précédens & attachés d'un côté à l'Obſtacle immobile XZ, il preſſera & bandera ces Reſſorts, juſqu'à ce qu'ils ayent fait une preſſion oppoſée, & égale aux deux forces du Corps C, qui ſeront par-là détruites. Fig. 3.

§. 190. Si par conſequent la preſſion d'une puiſſance oppoſée n'eſt pas aſſez forte, pour produire dans le Corps qu'elle rencontre une force égale à celle qu'il poſſéde, ce Corps qui eſt en mouvement pourra bien perdre quelques-unes des forces qu'il a, mais il ne les perdra pas toutes.

Suppoſons en effet, que la puiſſance oppoſée ne puiſſe produire qu'une ſeule force dans ce Corps par ſa preſſion, tandis que ce même Corps qui vient à ſa rencontre a quatre forces, la preſſion oppoſée ne pourra détruire qu'une ſeule force, & par-là le Corps continuera de ſe mouvoir avec les trois forces qui lui reſtent.

§. 191. C'eſt pourquoi une puiſſance, qui a communiqué au Corps par ſon action un certain degré de vîteſſe, a beſoin d'une autre puiſſance, qui agiſſe avec une direction oppoſée, & qui ſoit égale à elle-même, afin que la vîteſſe du Corps précédent puiſſe être détruite.

§. 192. Il n'importe pas que les puiſſances qui agiſſent avec une direction oppoſée, employent à cette action contre le Corps plus ou moins de temps, car la perte des forces dans ce Corps ſera toujours en

même raiſon des forces, que la puiſſance oppoſée a produites dans le Corps qui étoit en mouvement.

§. 193. Comme les puiſſances oppoſées ſont des réſiſtances contre le Corps qui eſt en mouvement, la force ſera détruite d'autant plutôt, que la réſiſtance ſera plus grande, & elle ſera d'autant plus long-temps à ſe perdre, que la réſiſtance ſera moindre; l'effet ne laiſſera pourtant pas d'être le même; car ſi le Corps a 100 forces, il faut que la réſiſtance qui doit les détruire ait auſſi 100 forces.

Suppoſons qu'un Corps qui a 100 forces, aille choquer une maſſe de terre glaiſe deſſéchée, il perdra d'abord toutes ſes forces par la grande réſiſtance que fera cette terre, & il n'y fera qu'une petite marque peu profonde. Suppoſons que ce même Corps tombe avec 100 forces ſur de la terre glaiſe fort mollaſſe, il y rencontrera beaucoup moins de réſiſtance, & il pénétrera beaucoup plus avant dans cette terre glaiſe, ce qui lui fera perdre toutes ſes forces en plus de temps qu'auparavant. Suppoſons encore que ce Corps aille tomber ſur de la Laine ou ſur du Coton bien délié, il y pénétrera encore plus profondément, & perdra plus lentement toutes ſes forces. Dans ces trois cas toutes les forces de ce Corps ſe détruiſent, & par conſequent c'eſt toujours le même effet qui eſt produit, ſçavoir la perte des forces, cauſée par une réſiſtance qui agit ou plus vite ou plus lentement. La réſiſtance totale eſt également grande dans les trois cas, puiſqu'elle eſt égale à cent forces.

§. 194. Quoique ces exemples ſoient clairs & convaincans, nous les confirmerons pourtant encore par une expérience: mais il eſt bon que l'on ſçache auparavant, que ſi un Corps qui eſt en mouvement avec toutes ſes forces, eſt porté contre un autre Corps mollaſſe, dont les parties ſe tiennent également, il trouvera une réſiſtance dans la ſéparation de ces parties; & comme toutes ces parties ſont également adhérentes les unes aux autres, la réſiſtance ſera en même raiſon que le nombre des parties ſéparées. Ainſi, tout l'effet du Corps qui eſt en mouvement, ſera en même proportion, que la cavité faite dans le Corps mollaſſe. Il n'importe donc pas, que la cavité ſe faſſe vîte ou lentement, parceque les mêmes forces doivent être détruites par la ſéparation des petites parties mollaſſes. On prend pour cet effet un Corps cilindrique A B C D, dont les deux extrémités ſont faites en maniere de cone, le cone C D aboutit en pointe, & l'extrémité A B eſt obtuſe. On donne à ce Corps un degré déterminé de vîteſſe, & on laiſſe tomber C D dans de la terre glaiſe, où il forme une cavité. On fait tomber enſuite avec la même vîteſſe l'autre extrémité obtuſe de ce meme Corps dans une autre endroit de cette glaiſe. Il ſe fait dans ces deux cas deux cavités, qui ſont égales; mais le Corps a employé plus de temps pour faire la cavité avec C D, qu'il n'en a mis pour la former avec A B, car comme les cavités ſont égales, l'extrémité pointuë devoit pénétrer plus avant dans la glaiſe, que l'extrémité obtuſe, qui agit en même temps ſur un grand nombre de parties, au-lieu que l'extrémité pointuë n'agit que ſur un petit nombre.

§. 195.

§. 195. Si il se trouve dans le Corps qui se meut une puissance, qui résiste continuellement à la direction de son mouvement par une autre direction opposée, il se formera dans ce Corps dans des temps égaux des diminutions égales de vîtesse, & par consequent ce Corps sera porté avec un mouvement qui diminuera également. Comme cette puissance interne, qui se meut avec le Corps, agit sur lui, comme sur un Corps qui est en repos, elle pourroit lui donner un degré de vîtesse, & elle doit par consequent lui en ôter un.

§. 196. C'est pourquoi une pareille puissance interne ne fera pas perdre à ce Corps des forces égales dans des temps égaux, mais des forces inégales : car si le Corps a commencé à se mouvoir dans le premier temps avec 10 vîtesses, il n'aura au second temps que 9 vîtesses, il ne lui en restera que 8 au troisiéme temps, & ainsi de suite. Or, comme les forces sont comme les Quarrés des vîtesses, elles seront alors 100, 81, 64, 49, &c. par consequent les diminutions des forces seront comme 100 — 81, 81 — 64, 64 — 49. qui sont 19, 17, 15, 13, 11, &c. c'est-à-dire, comme ces nombres impairs.

§. 197. Il en sera de même à l'égard des espaces qu'un tel Corps parcourra : car supposons qu'au Triangle A B C, on divise sur A B le temps en parties égales, & que B C soit la derniere vîtesse, qu'un Corps a reçuë d'une puissance interne, qui agit sur lui, en commençant depuis son état de repos, l'espace parcouru dans le dernier temps T B, auquel le Corps a reçu la vîtesse B C, sera T X C B. Qu'on aille à présent se représenter tout le contraire, & que le Corps soit retardé dans sa course par une pression opposée à son mouvement ; en sorte qu'il ait d'abord la vîtesse B C, & qu'au commencement du temps suivant il ait la vîtesse T X, & qu'il reçoive la vîtesse R Z au commencement du troisiéme temps, & ainsi de suite. Par consequent, le Corps parcourra dans le premier temps l'espace T B X C, dans le second temps l'espace R T Z X, dans le troisiéme temps l'espace Q q Z R, dans le quatriéme temps l'espace P p Q q, & ainsi de suite ; mais ces surfaces, que les espaces représentent, divisées en Triangles égaux au premier A D E, sont 17, 15, 13, 11, &c. par consequent les espaces parcourus par ce Corps, qui a été ainsi retardé, sont comme 19, 17, 15, 13, 11, c'est-à-dire, en même raison que le changement des forces. Pl. II. Fig. 2.



CHAPITRE VII.

De la Pesanteur.

§. 198. LA *Pesanteur* eſt une certaine force, par laquelle nos Corps terreſtres expoſés au grand air, ou dans le vuide, commencent à ſe mouvoir en ligne perpendiculaire vers l'Horizon, mais ſi ils viennent à être arrêtés, ils preſſent tout ce qu'ils rencontrent, ſoit qu'ils y ſoient appuyés ou attachés, & toujours dans la même ligne, dans laquelle ils auroient continué leur mouvement, & s'efforcent de cette maniere par leur preſſion, de ſe mouvoir de même que les autres Corps qui les retiennent. La Peſanteur peut donc paſſer pour une Puiſſance, qui preſſe un Obſtacle, libre ou ferme.

§. 199. Lorſqu'on conſidere cette force qui eſt dans le Corps, on lui donne le nom de *Poids*, eu égard à toutes les parties qui le compoſent. Car ſuppoſons que A ſoit la plus petite de toutes les parties, ſa peſanteur & ſon poids feront alors la même choſe; mais ſi nous ſuppoſons un autre Corps B, qui ſoit compoſé de cent parties, le poids de ce Corps ſera la ſomme de la peſanteur de toutes les parties; c'eſt pourquoi on peut appeller le poids, la ſomme de la peſanteur, qui eſt dans les parties dont un Corps eſt compoſé.

§. 200. On a découvert, que tout les Corps terreſtres, que nous connoiſſons juſqu'à préſent, ſont peſans; car tous les Corps ſolides, ſoit les grands, ſoit les petits; de même que tous les Corps fluides, ſans en excepter lAir, ni les Exhalaiſons, ni les Vapeurs, quelque ſubtiles qu'elles puiſſent être, ſans en excepter même la Lumiere & le Feu, ſont peſans. Perſonne ne doute de la peſanteur des Corps ſolides, comme des Métaux, des demi-Métaux, des Pierres, de la Terre, des Sels, du Souffre & autres, & on ne révoque pas non plus en doute la peſanteur des Plantes & des Animaux. Quant aux Vapeurs & aux Exhalaiſons ſubtiles, on peut faire voir à l'aide d'une Balance, qu'elles ſont auſſi peſantes; car ſuſpendez ſeulement une Plante ou une Fleur à une Balance bien nette, & vous verrez que dans peu la Plante & la Fleur ſeront devenuës plus legéres, parceque leurs Exhalaiſons ſe ſont diſſipées. Un verre plein d'eau, mis le matin en Eté dans une Balance, ſe trouvera le ſoir beaucoup plus leger, à cauſe des Vapeurs qui s'en ſont exhalées. Un Homme ou un Animal, qui ſe tient dans une Balance, devient bien-tôt plus leger, par les ſubtiles exhalaiſons qui ſe diſſipent, comme l'a fait voir Sanctorius, & Meſſieurs Keill & de Gorter. Ainſi toutes les Exhalaiſons ſont peſantes. On peut auſſi peſer l'Air, & faire voir ſa peſanteur. Quelques Grands-Hommes ont révoqué en doute, ſi la Lumiere & le Feu étoient peſans; mais nous avons des preuves ſi évidentes ſur cet article,

article, que nous ne pouvons pas en douter. C'eſt pourquoi tous les Corps, que nous connoiſſons, ſont peſans. Ce que nons avançons n'eſt donc pas une ſuppoſition, mais une vérité confirmée par toutes ſortes de découvertes & d'expériences. Celui qui ne veut pas ajouter foi à ceci, & qui avance le contraire, n'a qu'à nous faire voir un ſeul Corps, qui ne ſoit pas peſant, & nous ſommes alors tout prêts à nous retracter. Il me ſemble déja entendre parler les Sectateurs des grands Deſcartes & Leibnits, & dire, que l'Air ſubtil, qui remplit tout, n'eſt pas peſant; & que par conſequent, il y a un Corps ſans peſantenr. Mais éxaminons un peu ce ſentiment. Premierement, nous nions qu'un tel Air ſubtil éxiſte, parce que nous ne trouvons pas la moindre marque qu'il y en ait, nous n'en trouvons pas non-plus les effets, & nous n'avons pas une ſeule preuve, pas même une apparence de preuve de ſon éxiſtence. Il paroît d'une maniere évidente & convainquante par tous les phénomènes des Corps, qui ſe meuvent tant dans le Ciel, que ſur la Terre, qu'il n'y a point du tout d'Air ſubtil, qui remplit tout. Pouvons-nous donc bien paſſer pour des perſonnes prudentes, ſi nous ſuppoſions, qu'il y a un tel Air? Il eſt étonnant, que tandis que toute la Philoſophie de Deſcartes eſt fondée ſur cet Air ſubtil, & qu'on s'en ſert même pour expliquer la plûpart des Phénomènes, on ne ſe ſoit pas aviſé de rechercher des preuves, qui faſſent voir ſon éxiſtence: nous ne refuſons pas de les recevoir, mais qu'on commence du moins par nous les faire voir; & ſi cela ne ſe peut pas, qu'on rende du moins la choſe probable. Voyez un peu ſur quel fondement on a élevé tout un bâtiment; car on ne peut pas même faire ce dernier.

Secondement. On dit que l'Air ſubtil n'a point de peſanteur. Quand même il éxiſteroit, comment ſçait-on cela? A-t-il jamais été peſé? On ne peut le faire, parce que tout en ſeroit rempli. Mais comment eſt-il produit, cet Air ſubtil, ſelon ces Philoſophes? Lorſque les Corps ſe briſent en petites parties, & que ces petites parties ſe diviſent en d'autres encore plus petites; elles deviennent enfin ſi déliées, qu'elles ſe changent en Air ſubtil, & qu'elles n'ont plus aucune peſanteur. Ce ne ſont encore-là que des ſuppoſitions. En effet un Corps, qui eſt compoſé de petites parties, a de la peſanteur, ſuivant le nombre de ſes parties, puiſqu'étant deux fois auſſi grand, il eſt auſſi deux fois plus peſant: ſuppoſons qu'il ſoit diviſé en cent parties, chacune d'elles ſera peſante, & ſera la $\frac{1}{100}$ de tout le Corps: que chaque partie ſoit partagée en cent autres parties, chacune d'elles ſera encore peſante, & ſera la $\frac{1}{100}$ de la $\frac{1}{100}$, mais qu'on diviſe encore une fois ou même davantage chacune de ces parties, que ſeront-elles alors? Je dis, qu'elles doivent reſter peſantes. D'autres ſoutiennent le contraire, & prétendent que chaque particule a alors perdu ſa peſanteur, & qu'elle eſt devenuë Air ſubtil. Comment ſçait-on cela? Il eſt bien vrai que je l'entends dire, mais quelle preuve allégue-t-on pour faire voir la perte de toute peſanteur? Eſt-ce-là raiſonner par conformité? Point du tout. Ce n'eſt pas raiſonner, mais

 ſimple-

ſimplement ſuppoſer quelque choſe. C'eſtpourquoi nous ſoûtenons, que l'Air ſubtil eſt une pure ſuppoſition. 2°. Cette ſuppoſition en renferme encore une autre; ſçavoir, que cet Air n'a point de peſanteur. Je ne crois pas qu'on puiſſe trouver un Homme impartial, qui peſe tout avec éxactitude, qui ſe défait de ſes préjugés, & qui ne reçoit rien, que ce dont il eſt bien convaincu, lequel adoptera jamais l'opinion, qu'il y a un Air ſubtil & ſans peſanteur. Ce ſentiment ne pouvant avoir lieu, il faut de néceſſité que tous les Syſtèmes de la plûpart des Philoſophes, qui ſont établis là-deſſus, tombent entierement. La Philoſophie d'aujourd'hui, qui eſt fondée ſur les principes & ſur la méthode de Monſieur Newton, n'eſt pas un jeu d'imagination, comme on l'a dit ci-deſſus au ſujet de cet Air ſubtil. Ceux qui ſuivent les principes de Monſieur Newton raſſemblent les obſervations, font des expériences, qu'ils comparent les unes avec les autres, & tirent des conſequences, qu'ils confirment encore par des expériences; de ſorte qu'ils raiſonnent d'après ce qu'il y a de réel, & cherchent à découvrir de-là les cauſes des phénomènes: mais la plûpart des Sectateurs de Deſcartes commencent par ſuppoſer les cauſes, qui leur viennent dans la penſée, & ils ne font que raiſonner par ſuppoſition. On voit par-là clairement, pourquoi quelques-uns de ces Philoſophes veulent tant de mal aux Sectateurs de Newton, qui en banniſſant de la Philoſophie les ſuppoſitions, veulent que tout ſoit démontré; car toute la Science tombe en décadence, parce que tout eſt ſuppoſitions, & qu'ils ne voyent aucun moyen de pouvoir rien établir ſur un pied ſolide: quelques grands Hommes parmis eux ont vu cela aſſez clairement; & pour cette raiſon qu'ils ont pris le parti d'employer leur temps & leur travail à faire des obſervations & des expériences.

Il eſt donc bien certain, que tous les Corps terreſtres ſont peſans: de ſorte que le ſentiment du fameux Philoſophe Ariſtote ne peut avoir lieu, lorſqu'il établit, qu'il ſe trouve auſſi dans les Corps une légéreté, & que c'eſt par ce principe qu'ils s'élevent de la Terre en-haut. En voici un exemple. Lorſqu'on enfonce de quelques pieds ſous l'eau un morceau de Liége, ou un autre bois léger, & qu'on vient enſuite à le lâcher, il monte en-haut, & nage ſur la ſuperficie de l'eau: on attribuë ce mouvement du Liége, ou du bois qui s'éleve de cette maniere en-haut, à un principe de légéreté qui ſe trouve en eux. Mais Meſſieurs de la Societé de Florence ont fait voir par des preuves évidentes, qu'il n'y a abſolument aucun principe de légéreté de cette nature. Et de fait, ſuppoſons qu'un morceau de bois ait une ſurface unie, & qu'on le poſe ſur le fond d'un verre qui ſoit auſſi bien uni; en ſorte qu'aucun liquide ne puiſſe s'inſinuer entre la ſurface du bois & celle du verre, qu'on jette enſuite ſur ce bois ou de l'eau, ou du Mercure, ou quelqu'autre liquide peſant, il ne manquera pas de reſter appliquer au fond du verre. Or ſi il y avoit dans ce bois un principe de légéreté, il s'éleveroit certainement en-haut & flotteroit ſur l'eau, ce qu'il ne fait pourtant pas; mais auſſi-tôt que le liquide peut pénétrer par-deſſous, il pouſſe le bois

avec

avec force vers en-haut, ce que nous exposerons dans la suite au Chapitre XXIV.

§. 201. Tous les Corps, tant les grands que les petits, les solides ou les fluides, de quelque sorte qu'ils puissent être, étant suspendus dans le Vuide, venant à tomber de la même hauteur, descendent avec une égale vitesse, & parcourent ensemble le même espace. Epicure & Lucrece, anciens Philosophes, ont soupçonné que cela devoit se passer de la sorte : l'illustre Galilée * a aussi conclu ensuite la même chose de ses propres Observations, parce que des boules d'Or, de Plomb, de Cuivre & de Porphire, qui tombent à travers l'air de la hauteur de cent aunés, en même temps qu'une boule de Cire, se rendent presque toutes ensemble à terre, puisqu'il n'y a sur la fin de leur chute qu'une différence de quatre pouces entre l'espace que les premieres ont parcouru, & le chemin qu'a fait la boule de Cire, ce qui dépend, selon ce Philosophe, de la résistance de l'Air. Mais le grand Newton † a confirmé la meme chose par une Expérience, en suspendant dans le Vuide divers Corps, comme un morceau d'Or, une barbe de Plume, & un petit flocon de Laine, qui tomberent tous en-bas avec une égale vitesse. On a inventé un bel Instrument pour faire aisément cette Expérience, & à l'aide duquel on peut même la réïterer jusqu'à six fois dans le même Verre vuide d'Air. J'en ai donné la description dans les Additions à l'Ouvrage de l'Académie *del Cimento*.

§. 202. Ainsi tous les Corps, qui sont de la même grandeur, de quelque nature qu'ils puissent être, auront dans le Vuide la même Pesanteur & le même Poids.

En effet, ces Corps sont des Obstacles égaux, lesquels, parce qu'ils sont mus avec la même vitesse, ont besoin d'égales Puissances, c'est-à-dire, d'actions égales de pesanteur, suivant le §. 170. Lorsque des Puissances égales agissent sur des Obstacles ou des Corps égaux, elles font que ces poids sont aussi égaux.

§. 203. Par consequent les poids des Corps, placés dans le Vuide, sont comme les quantités de leur solidité, ou de leur matiere : de sorte que si le Corps A pese une livre dans le Vuide, & le Corps B deux livres, le Corps A contiendra alors en lui-même une fois moins de solidité que le Corps B, quelle que puisse être l'étenduë de ces deux Corps.

§. 204. Lorsque deux Corps, que l'on a placés dans le Vuide, ont la même étenduë sans en avoir la meme pesanteur, la différence du poids dépendra du plus ou du moins de solidité qui est dans ces étenduës, c'est-à-dire, du plus ou du moins de porosité, qui se trouve entre les parties solides : car tant plus il y a de porosité, tant moins le Corps est pesant. Ainsi ces pores sont sans matiere, c'est-à-dire, vuides ; car si ils étoient pleins, il se trouveroit une égale quantité de matiere dans tous les

* *Méchan. Dialog.* 1.
† *Princip. Philos.* pag. 481.

les Corps, qui ſont de la même étenduë, parce que tout ce qui eſt Corps, eſt également peſant ſuivant le §. 201., & de cette maniere toute étenduë de la même grandeur auroit auſſi le même poids. Ainſi la grande différence du poids, qui ſe trouve dans divers Corps de même grandeur, fait voir clairement, que leurs pores ne ſont pas remplis de matiere; mais qu'ils ſon vuides, c'eſt-à-dire, qu'il n'y a rien dedans.

§. 205. Si on laiſſe tomber de fort haut, à travers l'air, des Corps de même grandeur, mais de différente ſorte, la viteſſe, qui eſt cauſée par la peſanteur, ne ſera pas la même dans tous ces Corps: mais ceux qui renferment davantage de matiere dans leurs ſurfaces, deſcendront plus vîte que les autres. Cela ſe prouve par les Expériences, qui ont été faites par Mr. Deſaguliers, Philoſophe incomparable, dans l'Egliſe de St. Paul à Londre, en laiſſant tomber divers Corps de la hauteur de 272 pieds. Il prit des Veſſies de Cochon, qu'il fit enfler & ſécher en maniere de Boules concaves, en ſorte qu'elles avoient toutes la même forme: il prit encore d'autres Boules, dont les unes étoient faites de Papier, & les autres de Verre. On peut voir dans la Table ſuivante, dans quel temps chacune de ces Boules tomba de la hauteur dont nous venons de parler, juſqu'à terre.

Boules.	Diametres en pouces.	Poids en grains.	Temps de la chute en ſecondes.
A	5, 3	128	$19\frac{5}{8}$
B	5, 193	156	$17\frac{1}{4}$
C	5, 33	$137\frac{1}{2}$	$18\frac{3}{4}$
D	5, 26	$97\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{8}$
E	5, 2	$99\frac{1}{8}$	$21\frac{5}{8}$
Les Boules ſuivantes étoient faites de Papier.			
F	5, 5	1800	$6\frac{1}{2}$
G	5, 1	1320	$7\frac{1}{2}$
H	5, 1	1500	7.
Les Boules ſuivantes étoient de Verre.			
I	5, 42	2610	$6\frac{1}{4}$
K	5, 45	2910	6.

Cette Différence de viteſſe dans la chute de ces Corps ne dépend pas de leur nature, mais de la réſiſtance de l'Air, qui retarde les Corps qui ont de petites forces, plus que ceux qui en ont de grandes: car ſi les ſurfaces de tous ces Corps ſont égales, il faut auſſi que la réſiſtance de l'Air à travers lequel ils paſſent en tombant, ſoit égale. Soit une Boule de Verre, qui ait 100. forces, avec leſquelles elle ſe meuve à travers un liquide; ſoit une autre Boule de Liége de la même grandeur, & qui n'ait que

que dix forces : lorſque ces deux Boules auront parcouru avec la même vîteſſe l'eſpace d'un pied, ſi la réſiſtance qu'elles ont ſoufferte a été la même, qu'elle ôte une force à chacune d'elles, ſi cela ſe fait cinq fois de la même maniere, la Boule de Verre aura encore 95 forces, & celle de Liége aura perdu la moitié de ſes forces ; après que la Boule de Verre aura parcouru l'eſpace de dix pieds à travers le liquide, il lui reſtera encore 90 forces, & celle de Liége aura perdu toutes celles qu'elle avoit ; il faut donc que la premiere Boule continue à ſe mouvoir à travers le liquide avec plus de vîteſſe que la Boule de Liége.

Si l'on fait bien attention à toutes ces Expériences, on ne manquera pas de remarquer l'erreur d'Ariſtote, qui a prétendu, que les Corps mobiles de différentes peſanteurs ſe mouvoient dans le même liquide avec des vîteſſes qui étoient proportionnelles à leur peſanteur. Jettons les yeux ſur la Table, & conſidérons la Boule de Verre I, qui peſe 2610 grains, & qui tombe en $6\frac{1}{4}$ ſecondes : voyons en même-temps la Veſſie C, qui peſe $137\frac{1}{2}$ grains, & qui tombe en $18\frac{3}{4}$ ſecondes : par conſequent la vîteſſe de la Boule de Verre a été à celle de la Veſſie, comme 3 à 1 ; mais les poids étoient preſque comme 19 à 1. On trouvera auſſi la même choſe en comparant la chute des autres Boules. Ces Expériences de Monſieur Deſaguliers ne s'accordent pas non-plus avec celles de Monſieur Frenicle, (*) qui avance, que deux Boules de la même groſſeur, dont l'une étoit de Plomb & l'autre de Bois, étant tombées de la hauteur de 147 pieds, arriverent à terre en même-temps, & frapperent comme d'un ſeul coup un Baſſin de cuivre. La raiſon n'y eſt pas auſſi moins oppoſée ; car lorſqu'on a deux Corps de la même ſorte, mais l'un plus grand que l'autre & tous deux de la même forme, le plus grand tombant à travers l'Air, y rencontrera moins de réſiſtance, & tombera à terre avec plus de rapidité que le petit ; parce que le plus grand Corps a par rapport à ſa ſurface une plus grande ſolidité, que n'en a le plus petit Corps par rapport à la ſienne, ce rapport étant en raiſon réciproque des côtés homologues de ces Corps. En effet, ſi on a deux Poutres, A & B, de la même figure, & que chaque côté de A ſoient $= a$, & que chaque côté de B ſoit auſſi $= b$, on peut alors établir que toute la ſurface de A eſt $= 6\,aa$, & que celle de B eſt $= 6\,bb$; la grandeur de A ſera auſſi $= a^3$, & celle de B ſera $= b^3$. par conſequent les quantités des ſurfaces de ces Corps ſeront à leur ſolidité comme $\frac{6aa}{a^3}$ & $\frac{6bb}{b^3}$ qui ſont comme $\frac{1}{a}$ à $\frac{1}{b}$ :: b. a.

Cela a lieu dans tous les autres Corps comme on l'a démontré (*).

P Lors

(*) Du Hamel, *Hiſtor. Acad. Reg.* L. 1. §. 5. Cap. 3.
(*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* année 1728.

Lors donc que ces Corps A & B tombent à travers l'Air, ils ont une force de pesanteur comme leurs grandeurs, mais la résistance qu'ils rencontrent de la part de l'Air est proportionnée à leurs surfaces : il y a par consequent dans le plus grand Corps une plus grande quantité de force de pesanteur par rapport à sa résistance, qu'il n'y en a dans le plus petit Corps, & c'est pour cela que ce dernier doit être plus retardé dans sa chute que le plus grand Corps.

Lors donc qu'on a deux Corps de même grandeur, on pourra alors distinguer lequel des deux a plus de matiere & moins de pores, soit en pesant ces Corps dans le Vuide, soit en faisant attention aux divers degrés de vîtesse avec laquelle ils se meuvent en tombant à travers l'Air.

§. 206. Lorsqu'on compare ensemble les poids qu'ont deux Corps de même grandeur dans le Vuide, on donne à ces poids le nom de *Poids spécifiques des Corps*.

§. 207. On peut connoître par-là, quelle proportion il y a entre la quantité de matiere qui se trouve dans un Corps, & celle qui se rencontre dans un autre Corps. Supposons qu'un morceau de Liége pese une once, & qu'un morceau d'Or de même grandeur pese 87 onces ; comme il n'y a rien de pesant que ce qui est solide, la quantité de matiere qui se trouve dans le Liége, sera à celle qui se rencontre dans l'Or, comme 1 à 87.

§. 208. Si l'on avoit un Corps entierement solide & sans aucun pore, on pourroit connoître de cette maniere, combien il y a d'étenduë solide dans un Corps, & quelle est aussi l'étenduë poreuse que contient ce même Corps ; car en le pesant, & en comparant son poids avec celui d'un autre Corps, on pourroit sçavoir d'abord, quelle est la quantité de pores qui se trouve dans ce dernier Corps. Si le Corps solide a un pied cubique, & pese 1000 livres, l'autre Corps, que l'on suppose aussi d'un pied cubique, ne pesera que 100 livres : il y aura donc dans ce Corps une dixiéme partie de matiere, & une $\frac{9}{10}$ partie de *porosité*, mais on n'a pu découvrir jusqu'à présent aucun Corps solide de cette nature.

§. 209. Si notre Terre étoit un Globe rond, les Corps pesans décriroient dans leur chute une ligne, qui, étant prolongée, iroit traverser le centre de la Terre ; parce qu'on a découvert que les Corps descendent perpendiculairement sur l'Horison.

Plan. II. Fig. 5. Que SAC représente le Globe de la Terre, & que BD soit une surface tangente, qui représente l'Horison ; le Corps E tombe dans la ligne EA perpendiculaire sur DB. Si l'on conçoit, qu'il y a un plan qui passe par l'Horison à l'endroit où il touche le Globe en A, & où il traverse le centre C du Globe, on aura dans ce plan la Tangente BD & le plan du Cercle SAC. Comme EA tombe perpendiculairement sur l'Horison, il tombe aussi perpendiculairement sur la Tangente BAD : la ligne CA menée du Centre au point A d'atouchement, est perpendiculaire sur BAD : par consequent les deux Angles BAE & BAC sont droits, & par-là la ligne EA se trouvant prolongée, est la même que AC ; & comme

me le Corps E peut avancer en tombant par sa pesanteur, il se rendra jusqu'au Centre C. Cela ne peut avoir lieu que dans la supposition que la Terre est parfaitement ronde, & non pas au cas qu'elle soit ovale, comme le pr tendent les Mathématiciens d'aujourd'hui, dont quelques-uns établissent, que le plus grand Axe passe par la Ligne Equinoxiale ou l'Equateur, tandis que d'autres soûtiennent au contraire, qu'il passe par les deux Poles. Le très-sçavant Monsieur Mairan a fait voir en 1720, dans les Mémoires de l'Academie Royale des Sciences, quelles sortes de Lignes courbes devroient décrire des Corps pesans dans leur chute, si ils tomboient vers le centre de la Terre, en supposant qu'elle soit de figure ovale. On peut voir dans ces mêmes Mémoires les belles preuves qu'il en donne, & l'exposition qu'il en fait, d'autant plus que cette matiere est trop profonde pour être traitée ici dans ces Essais de Physique.

§. 210. La Pesanteur des Corps n'est pas la même dans tous les endroits de la Terre; mais elle est plus grande, lorsqu'on s'approche davantage des Poles, & elle est plus petite, lorsqu'on vient plus près de l'Equateur de la Terre.

Monsieur Richer est le premier, qui a observé en 1679, qu'un Pendule de la longueur de 3 pieds, $8\frac{3}{5}$ lignes, lequel faisoit à Paris ses vibrations dans le temps d'une seconde, devoit être raccourci dans l'Isle de Cayenne, qui est éloignée de l'Equateur de cinq degrés, pour y faire ses vibrations dans l'espace d'une seconde. Des Hayes a ensuite remarqué en 1699, que le Pendule devoit être raccourci de 2 lignes $\frac{1}{18}$ dans la même Isle, pour y faire ses vibrations dans le même temps qu'à Paris. Varyn & des Hayes ont observé, que dans l'Isle de Gorée, qui est à la latitude de 14° 14'. on étoit obligé d'y rendre le Pendule de deux lignes plus court qu'à Paris: Que dans l'Isle de la Guadaloupe, qui se trouve à la latitude de 24 degrés, & dans celle de la Martinique, qui est à la latitude de 14° 44'. le Pendule devoit-être raccourci de 2 lignes $\frac{1}{13}$: Qu'on devoit le raccourcir d'une ligne $\frac{27}{36}$ dans l'Isle de St. Christophle, & que dans celle de St. Domingue il falloit le raccourcir d'une ligne $\frac{5}{9}$. On fut obligé de le raccourcir d'une ligne $\frac{1}{2}$ dans l'Isle de Ste. Hélene, suivant les Observations du grand Halley. Feuillée rapporte dans son voyage en Amérique, qu'en 1704 on raccourcît le Pendule de 2 lignes $\frac{13}{18}$ dans l'Isle de la Martinique. On voit donc par-là, que plusieurs Observations confirment cette vérité. On est obligé de faire le Pendule plus court dans tous les endroits que nous venons de nommer, si l'on veut qu'il y fasse ses vibrations avec autant de vîtesse qu'à Paris; car si on le laisse aussi long que dans cette derniere Ville, il ira plus lentement, parce que la force de la pesanteur est moindre dans toutes ces Isles.

Quand bien même notre Terre seroit un Globe parfaitement sphérique, la pesanteur des Corps ne laisseroit pas d'être toujours d'autant plus petite, qu'on s'approche davantage de l'Equateur. En effet, comme la Terre tourne autour de son Axe par un mouvement diurne, il faut que tous les Corps, qui se trouvent sur sa superficie, soient emportés par une

une force Centrifuge, qui est opposée à la pesanteur. Cette force Centrifuge agit sous l'Equateur directement contre la pesanteur; car cette pesanteur pousse les Corps vers le Centre de la Terre, au-lieu que la force Centrifuge les éloigne de ce Centre. Cependant à d'autres latitudes, cette force Centrifuge n'agit pas directement contre la pesanteur, mais obliquement, & par-là elle anéantit en quelque sorte une moindre partie de la pesanteur, ou elle empêche que la pesanteur agisse moins. De plus, si les temps des revolutions sont égaux, la force Centrifuge du même Corps est plus grande, à proportion qu'il est plus éloigné du Centre de mouvement. Or les Corps sont plus éloignés du Centre de mouvement, ou de l'Axe de la Terre, sous l'Equateur, & ils sont d'autant moins éloignés de cét Axe, qu'ils sont plus près des Poles: ainsi les Corps sont d'autant plus repoussés de l'Axe de la Terre, qu'ils approchent plus de l'Equateur, & ils en sont aussi d'autant moins repoussés, qu'ils se trouvent plus éloignés de cette Ligne équinoxiale; par consequent la pesanteur sera moindre sous l'Equateur que vers les Poles. 2°. Il se peut aussi que l'Air y contribue beaucoup, en ce qu'il est beaucoup plus chaud sous l'Equateur qu'à Paris: la chaleur dilate tous les Corps, quelque durs qu'ils soient, comme nous le ferons voir au chap. XXVI, & de cette maniere le Pendule de l'Horloge peut aussi s'allonger dans les Isles dont nous avons parlé. 3°. On ne doit pas non plus manquer de faire attention à la raréfaction de l'Air, qui est sans contredit beaucoup plus subtil sous l'Equateur, qu'en France, en Angleterre, ou en Hollande: premierement, parceque la chaleur, qui raréfie l'Air, est d'ordinaire beaucoup plus grande dans ces Pays que chez nous, lorsqu'on compte l'année toute entiere; car autrement nos jours d'Eté sont ici plus chauds que dans ces Isles. Secondement, parceque le Mercure y descend dans le Barométre beaucoup plus bas que chez nous, de sorte que l'Air inférieur est moins pressé sous l'Equateur: plus l'Air est raréfié, moins il fait de résistance contre les Corps, qui doivent le traverser, & c'est pour cette raison que le Pendule de l'Horloge s'étend davantage dans un Air subtil, que dans un Air épais, & fait par consequent ses vibrations avec plus de lenteur. On peut faire voir ce que j'avance à cet égard par des Expériences, si l'on renferme une Pendule dans un Verre, dont on tire l'Air. 4°. On ne doit pas oublier d'ajouter ici, qu'il est jusqu'à présent fort vrai-semblable, que le plus petit Axe de la Terre passe par les Poles & que le plus grand Axe passe par l'Equateur, de sorte que les Corps sont beaucoup plus éloignés du Centre de gravité sous la Ligne équinoxiale, & y doivent avoir par consequent moins de pesanteur.

Monsieur Newton a prouvé, que la pesanteur des Corps terrestres qui sont sous le Pole, est à celle des Corps qui se trouvent sous l'Equateur, comme 230 à 229, & que l'accroissement de la pesanteur, lorsqu'on va de l'Equateur vers les Poles, est à peu près comme le quarré du Sinus de la latitude: les Arcs des degrés sont aussi presque en même raison plus grands dans un Méridien, lorsqu'on va de l'Equateur vers les Poles. Ainsi,

en posant que Paris est à la latitude de 48° 50′. l'augmentation de la pesanteur sous l'Equateur sera comme $1 \times \frac{11334}{20000}$ à 229, c'est-à-dire, comme 5667 à 2290000, & par conséquent toutes les pesanteurs des Corps seront à Paris & sous l'Equateur, comme 2295667 à 2290000. Comme les longeurs des Pendules, qui font leurs vibrations en temps égaux, sont aussi comme les pesanteurs, ce que nous ferons voir au §. 398; on trouve donc qu'à la latitude, où est Paris, la longueur du Pendule, qui fait ses vibrations en une seconde, doit-être de 3 pieds, 8 $\frac{5}{9}$ lignes, mesure de Paris, & qu'ainsi la longueur du Pendule doit être sous l'Equateur de 3 pieds, 7 $\frac{76}{4214}$ lignes. Cette découverte a encore été confirmée par des Observations fort éxactes, qui ont été faites à la Jamaïque par Monsieur Campbel. Il se servit pour cet effet d'une Pendule, que l'on avoit premierement montée à Londres à une hauteur précise, où elle faisoit une vibration dans le temps d'une seconde, & l'on marqua en même temps à l'aide du Thermométre le degré de chaleur du jour auquel se fit cette observation : cette même Pendule ayant été portée à la Jamaïqne, y fit ses vibratious dans un temps, où les Etoiles paroissoient se mouvoir autour de notre Globe, 2 minutes, 6 $\frac{1}{2}$ secondes plus lentement qu'elles n'avoient fait auparavant à Londres; & l'on prit aussi le véritable degré de chaleur du jour, qui allongeoit si fort le Pendule, qu'il alloit 8 secondes $\frac{1}{2}$ plus lentement; de sorte qu'il faut ôter 8 secondes $\frac{1}{2}$ de la différence du temps, que l'on avoit trouvée : partant il restera, 1′, 58″, qui est le temps que la Pendule va chaque jour plus lentemnnt à la Jamaïque qu'à Londres, ce retardement étant causé par la diminution de la pesanteur à la Jamaïque, qui est tout près de l'Equateur, & qui n'a qu'une latitude boréale de 18 degrés, au-lieu que la latitude de Londres est de 51 $\frac{1}{2}$. Lors donc qu'on rappelle dans sa memoire ce que je viens de rapporter de Monsieur Newton, il suit de ces Observations, que si un Pendule, qui fait à Londres une vibration dans le temps d'une seconde, est dans cette Ville de la longueur de 39, 126 pouces d'Angleterre; la longueur du Pendule devra etre de 39 pouces sous l'Equateur, & de 39, 206 sous les Poles. Ainsi, si une Pendule est montée comme il faut sous l'Equateur, elle doit aller par jour sous les Poles plus vîte de 3′, 48″ $\frac{1}{4}$. Mais le nombre des secondes, qu'elle gagneroit en dès lieux de quelque autre latitude, seroit à 3′, 48″ $\frac{1}{4}$, à peu près comme le quarré du Sinus de cette latitude est au quarré du demi-Diamétre; d'où il suit, que le nombre des Secondes, dont une Pendule est retardée chaque jour, lorsqu'on la porte vers l'Equateur, sera à 3′ 48″ $\frac{1}{4}$, à peu près, comme la différence entre les quarrés des Sinus des latitudes de deux lieux, est au quarré du demi-Diamétre. Ainsi, la différence des quarrés des Sinus 51° $\frac{1}{2}$ & 18°, qui sont les longueurs de Londres & de la Jamaïque, est au quarré du demi-Diamétre, comme 118 est à 228 $\frac{1}{4}$; de sorte que la Pendule devra aller tous les jours plus lentement dans l'Isle de la Jamaïque qu'à Londres de 1′. [illegible], comme on l'a fait voir par les Observations. Le sçavant Monsieur [illegible] bien exposé cette matiere dans les Transactions d'Angleterre N. [illegible]

P 3 §211.

§. 211. La pesanteur des mêmes Corps différe aussi beaucoup, suivant qu'ils sont élevés à diverses hauteurs au-dessus de la surface de notre Globe, car alors leur pesanteur est en raison inverse des quarrés de leurs distances au Centre de la Terre.

Que IOLK soit une partie de la surface de la Terre, dont le Rayon est CI; que l'on suppose CA deux fois aussi grand que CI, & que l'on conçoive aussi IOLK placé sur ABDE : comme la force de la pesanteur agit en lignes droites, qui se rendent du centre à la surface, cette force agira en lignes menées de C à I, O, K, L, lesquelles étant prolongées parviennent en A, G, H, F, & par consequent la force de la pesanteur, qui agit sur la surface IOKL, sera la même sur la surface AGHF; car toutes les lignes, qui passent par IOLK, parviennent jusqu'à AGHF, ainsi la force de la pesanteur, qui agit sur ABDE, sera à cette même force, qui agit sur AGHF, comme la grandeur ABDE, est à celle de AGHF, c'est-à-dire, comme IOLK est à AGHF; mais IOLK est à AGHF, comme le quarré CI, est au quaré CA, & par consequent la pesanteur de IOLK, sera à celle de ABDE, comme le quarré sur CA, est au quarré sur CI.

On a découvert la vérité de cette proprieté par la pesanteur de la Lune sur la Terre. La Lune, en faisant sa revolution autour de la Terre, tend continuellement à s'en éloigner par sa force Centrifuge, mais elle est retenue dans son Orbite par une force Centripete, qui est sa pesanteur vers la Terre.

La distance de la Lune à la Terre, est d'environ 60 demi-Diamétres terrestres : la Lune fait sa revolution autour de la Terre dans l'espace d'environ 27 jours, 7 heures, 43 minutes, par consequent la force Centripete est dans le temps d'une minute à peu près égale à 15 pieds $\frac{1}{12}$ de Paris : car 27 jours, 7 heures & 43 minutes, font 39343 minutes; le demi-Diamétre de notre Globe est long de 19615800 pieds, qui étant multipliés par 60 font 1176948000 pieds, ou la distance de la Lune à notre Globe. Comme la Lune fait sa revolution dans l'espace de 39343 minutes, ce qui fait 360 degrés, elle parcourt dans l'espace d'une minute à peu près 33 secondes de son orbite, quelque chose de moins. Lorsqu'on ôte le Rayon de la Sécante de cet Arc, il reste cette ligne, laquelle représente la force, qui porte la Lune vers le Centre de la Terre : cette ligne est dans les Tables des Sinus de 127. 5 parties, que l'on réduit de cette maniere en pieds : le Sinus entier 10000000000, est aux parties trouvées 127. 5 : : comme la distance de la Lune à la Terre en 1176948000 pieds, est à 15 $\frac{1}{12}$ pieds : de sorte que la ligne, qui est décrite par le chemin que parcourt la Lune par sa pesanteur vers le Centre de la Terre, est de 15 $\frac{1}{12}$ pieds. Si donc la pesanteur est en diverses distances du Centre de la Terre en raison inverse des quarrés des distances, la pesanteur d'un Corps dans la Lune, sera à la même pesanteur sur la surface de notre Globe, comme 1. à 15 $\times$ 60 $\times$ 60. L'expérience fait voir, que les Corps pesans parcourent dans leur chute l'espace de

15

$15\frac{1}{12}$ pieds dans le temps d'une ſeconde. Il y a dans une minute 60 ſecondes, & les eſpaces que les Corps peſans parcourent, ſont comme les quarrés des temps ; par conſequent l'eſpace qu'un Corps peſant parcourt ſur notre Globe en une minute, doit être 15 $\times$ 60 $\times$ 60. Ce nombre eſt le même que le précédent, & par conſequent la vérité paroît par cette démonſtration.

§. 212. Si les Corps AH, IK ſont entierement d'une matiere homogene, & ſi la grandeur AH eſt à IK, comme le quarré ſur AC, eſt au quarré ſur IC, les peſanteurs de ces Corps ſeront égales.

§ 213. Mais ſi AH & IK ſont de nature differente, & dans des éloignemens différens du Centre de la Terre, leurs poids ſeront l'un à l'autre en raiſon compoſée des poids qu'ils auroient dans la même diſtance de notre Globe, & des raiſons inverſes des quarrés ſur les diſtances du Centre de la Terre.

§. 214. Si l'on tranſportoit un de nos Corps terreſtres dans la Lune, il n'y auroit que la troiſieme partie du poids qu'il avoit auparavant ſur notre Globe.

Que AB repréſente la Terre, & que L repréſente la Lune, AB eſt le Diamétre de la Terre ; que bd repréſente le Diamétre de la Lune, ces Diamétres ſont l'un à l'autre comme 365 à 100 ; que l'on tire une ligne CE auſſi grande que ce, égale au Diamétre de la Terre ; que l'on ſuppoſe enſuite un Corps en E, dont la peſanteur vers la Terre ſoit de 9, 8427 livres, ce même Corps étant placé en e, à la même diſtance du Centre de la Lune, aura vers la Lune L une peſanteur de 0, 25 livres, car la quantité de la matiere qui ſe trouve dans la Terre, eſt à celle qui ſe trouve dans la Lune, comme 39, 721 à 1 ; mais les peſanteurs des Corps, les uns vers les autres, ſont comme leur maſſe, & 39, 721 eſt à 1 :: 9, 8427. 0, 25. Pl. V*. Fig. 12.

§. 215. Si le même Corps eſt en A, & ſe trouve à une diſtance du Centre de la Terre qui ſoit auſſi grande qu'un demi-Diamétre, il ſera alors quatre fois plus peſant qu'il n'étoit auparavant en E, c'eſt-à-dire, qu'il peſera 39, 721 ℔. mais étant placé ſur a, il peſera vers la Lune 1 ℔. Maintenant ſi la Lune, ſans recevoir une nouvelle augmentation de matiere, venoit à s'enfler de telle ſorte, qu'elle remplit tout le Globe ma, qui eſt auſſi grand que la Terre, le point a, ſe trouveroit alors ſur la ſurface de la Lune, de même que le point A eſt ſur la ſurface de la Terre. Dans ce cas la peſanteur des Corps, qui ſont ſur la ſurface de la Terre, ſera à la peſanteur de ceux qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Lune, comme la quantité de la matiere de la Terre eſt à celle de la Lune : mais parce que le Diamétre réel de la Lune eſt plus petit que celui de la Terre, dès que le Corps, qui peſe ſur a, ſeulement 1 ℔ ſe trouvera en D, qui eſt la ſurface de la Lune, & auſſi plus près du Centre, il ſera comme 182, 5 eſt à 50, ou comme 365 eſt à 100, & par conſequent les peſanteurs ſeront alors, comme les quarrés de ces diſtances, c'eſt-à-dire, comme 365 $\times$ 365, à 100 $\times$ 100, c'eſt-à-dire,

comme

comme 133225 à 10000, ou 13. 3225 à 1. Mais le Corps, qui pese à présent dans la Lune 13. 3225 ℔, pese sur la Terre 39, 721 ℔, & par consequent il pese sur la Terre à-peu-près trois fois autant que dans la Lune.

§. 216. Il suit de-là, que les Corps sont plus pesans sur la surface des petites planettes, quant à la quantité de leur matiere, que sur la surface des grandes planettes. La quantité de matiere, qui se trouve en Jupiter, est 220 fois plus grande que celle de notre Globe, & cependant les Corps qui sont sur sa surface n'ont que deux fois autant de pesanteur, que ceux qui se rencontrent sur la Terre. La quantité de matiere qui se trouve dans le Soleil est 227512 plus grande que celle de notre Globe, quoique cependant les Corps qui sont sur sa surface ne pesent que 24, 4 davantage que ceux de la Terre.

§. 217. Il suit encore de-là, que la pesanteur des Corps, qui se trouvent sur la surface d'une planette, est la plus grande de toutes, & plus grande que si les mêmes Corps étoient situés dessus ou dessous cette surface: car ce même Corps A, dont le poids étoit sur la surface de la Terre de 39, 371 ℔, étant transporté dans ce Globe jusqu'à D, qui est une distance égale à un demi-Diamétre de la Lune, ne recevra qu'une pesanteur 13, 3225 fois plus grande, que lorsqu'il étoit transporté de a, à d; mais sa pesanteur diminuera en raison de 365 à 100, parce que cette partie de la Terre, qui est située entre D & A, attire le Corps vers A. Monsieur Newton a démontré que la diminution de la pesanteur est comme la distance du Centre, lorsqu'on va de la surface en-bas.

Pl. V*. Fig. 3. §. 218. En effet, soit la surface d'une Sphére concave I H K L, dont les parties ayent une force attractive suivant les Loix de la pesanteur; dans ce cas un petit Corps, en quelqu'endroit qu'il puisse être placé, restera en repos, parce que les forces attractives s'anéantissent mutuellement de tous côtés. Si on place le Corps dans le Centre, cela paroît de soi-même; mais si on le place en P, deux fois plus près de H I que de K L, la même chose arrivera. Tirons la ligne droite I L, H K, la portion de la Sphére qui se trouve entre K L sera quatre fois plus grande, que celle qui est entre I H; parce que K L, est deux fois aussi grand que I H, & par consequent il y aura quatre fois plus de parties attractives en K L qu'en I H; mais H I est deux fois plus proche du Corps P, c'est pourquoi il tire quatre fois plus fort, & pour cette raison l'attraction de H I est aussi forte que celle de K L.

Pl. V*. Fig. 4. §. 219. Si, au-lieu d'une surface, on conçoit une peau A B H I K L, également épaisse par tout, la chose se fera de la même maniere qu'auparavant.

Supposons que la cavité H I K L, soit remplie, & que le Corps soit placé en P, il sera alors tiré vers le centre C, par la seule force de la Sphére H I K L qui est en-dedans, car la force attractive qui est dans les parties de la peau extérieure s'anéantit elle-même. Que le Corps soit placé sur Q, il ne sera tiré que par la Sphére Q R. Que l'on suppose, que

que la force attractive de la Sphére A B soit 64, & que les lignes B C, P C, Q C soient l'une à l'autre comme 4, 2, 1; que la pesanteur du Corps placé en B soit 1, elle sera alors 4 en P; mais la Sphére H I K L est huit fois plus petite que A B, par consequent la force attractive sera aussi huit fois plus petite; & parce qu'on a posé que celle qui se trouve en B est 64, elle sera 8 en P, à cause de la grandeur de H I K L, ce qui étant multiplié par 4, qui est la force de la pesanteur, produira 32 pour la force qui est en P. Qu'on place ensuite le Corps en Q, il sera alors quatre fois plus proche de C, de sorte que la pesanteur sera 16; mais la grandeur de la Sphére Q est 1, & par consequent toute la force du Corps en Q, sera comme 16 ⋈ 1. Comme les forces mouvantes des Corps en B, P, Q, sont 64, 32, 16, & comme les distances du Centre sont 4, 2, 1, il suit, que si l'on va de la surface de la Sphére en-bas, la pesanteur diminuera alors comme la distance du Centre.

§. 220. Par consequent, plus les Corps qui sont situés sur la surface du Globe, & qui se touchent l'un l'autre, sont proche du Centre de la Terre, plus aussi agiront-ils l'un sur l'autre, tant en comprimant vers en-bas, qu'en faisant résistance, & en poussant vers en-haut, suivant la proportion que nous avons donnée ci-dessus.

§. 221. Si donc les Corps peuvent être comprimés les uns par les autres, ils seront pressés l'un contre l'autre par une action réciproque, & ils deviendront plus denses: par consequent leur densité augmentera d'autant plus, qu'ils seront plus proche du Centre de la Terre, comme on le remarque à l'égard des parties de l'Air qui forment les Corps de l'Atmosphére.

§. 222. On demandera peut-être, s'il est possible de faire voir tout cela par des expériences? Point du tout; car la différence de la pesanteur dans ces diverses hauteurs, où nous pouvons faire des Expériences, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention; c'est pourquoi on peut établir sûrement, que la pesanteur des Corps est la même par tout un Pays, dumoins pour l'usage que nous en pouvons faire.

Selon la mesure de la Terre, telle qu'elle a été prise par le laborieux Mathématicien Monsieur Picard, un demi-Diamétre de notre Globe est de 19615800 pieds. Soit une Tour de 300 pieds de hauteur, la distance de son sommet sera alors au centre de la Terre de 19616100 pieds, ainsi la pesanteur d'un Corps placé au haut de la Tour, sera à la pesanteur de ce même Corps situé au pied de cette même Tour, en raison inverse des quarrés sur ces distances, sçavoir comme 384791379210000, à 384779609640000; de sorte que le poids d'une livre au pied de la Tour, sera au poids d'une livre sur le sommet de cette Tour, comme 7680 à $7679\frac{10}{13}$.

§. 223. Un Corps placé proche de la surface de la Terre, & qui vient à tomber en ligne perpendiculaire sur l'Horison de notre Globe, parcourt en tombant dans le temps d'une seconde l'espace de 15 pieds, 1 pouce, 2 lignes $\frac{1}{11}$, mesure de Paris. Il parcourt dans sa chute à la

deuxiéme seconde l'espace de 45 pieds, 3 pouces, 6 lignes $\frac{1}{2}$; à la troisiéme seconde il parcourt l'espace de 75 pieds, 5 pouces, 10 lignes $\frac{5}{18}$.

§. 224. Par consequent, un Corps pesant tombe par un mouvement accéléré, & les espaces qu'il parcourt en temps égaux, sont comme les nombres impairs 1, 3, 5; de sorte que les espaces, à compter du commencement de la chute, sont comme les quarrés des temps; car 15 pieds, 1 pouce, 2 lignes $\frac{1}{18}$, parcourus en un temps, sont à 60 pieds, 4 pouces, 8 lignes $\frac{4}{18}$ parcourus en deux temps, comme 1 est à 4.

§. 225. Nous avons vu au §. 198, que la pesanteur est une puissance qui comprime; mais que quand une semblable puissance se trouve au-dedans d'un Corps, elle fait parcourir à ce Corps des espaces, dont les longueurs sont comme les quarrés des temps, comme il paroît par le §. 186; de sorte qu'il parcourt en des temps égaux des espaces, dont les longueurs sont comme les nombres impairs 1, 3, 5, suivant le §. 187. Or si nous faisons attention à la maniere, dont les Corps parcourent leur espace par le moyen de la pesanteur, nous trouverons que c'est ici absolument la même chose, comme si le Corps étoit comprimé par une puissance interne: car nous avons vu, que les espaces que parcourt un Corps en temps égaux, sont comme 1, 3, 5, ou à compter du commencement, comme 1, 4, 9, c'est-à-dire, comme les quarrés des temps. C'est pourquoi un Corps pesant se meut de la même maniere, comme si la puissance de la pesanteur, qui presse, étoit en repos à l'égard du Corps, & se trouvoit ainsi au-dedans du Corps même. Nous avons aussi remarqué, qu'une semblable puissance interne produisoit dans le Corps, en temps égaux, des degrés égaux de vîtesse, & qu'il avançoit de cette maniere par un mouvement également accéléré; voyez sur cela le §. 184. Tout cela a aussi lieu dans la chute des Corps pesans. En effet, si un
Pl. II. Fig. 2. Corps tombe dans le temps A D, & reçoit une vîtesse, qui est représentée par la ligne D E, il continuera à avancer dans le temps D M avec la vîtesse qu'il a reçuë; mais comme la pesanteur ne cesse d'agir de la même maniere, il faut qu'elle donne de nouveau au Corps une vîtesse, égale à D E; il faut donc pour cette raison, que sur la fin du temps D M, la vitesse soit M r + r F, c'est-à-dire deux fois aussi grande que sur la fin du premier temps; ainsi les degrés de vîtesse produits dans ce Corps par sa chute seront comme les temps, dans lesquels le Corps est tombé.

§. 226. De-plus, les forces produites dans ce Corps qui tombe, sont comme les espaces qu'il a parcourus, suivant le §. 188; c'est-à-dire, comme les quarrés des vîtesses, ce que nous confirmons par l'Expérience suivante. Qu'une Boule tombe d'une certaine hauteur, sur de la Terre glaise mollasse & bien unie, elle y fera un creux d'une certaine profondeur; que cette même Boule tombe d'une hauteur deux fois plus grande, ce creux deviendra alors deux fois plus grand qu'auparavant; que la Boule tombe encore d'une hauteur trois fois aussi grande, l'enfoncement sera aussi trois fois plus grand. On peut faire plus facilement cette Expé-

rience,

rience, sans qu'il soit besoin de recourir à un long calcul. Voici comment. Il faut prendre une Boule concave, dont la pesanteur soit 1; qu'on laisse tomber cette Boule de la hauteur de trois pieds sur de la Terre Glaise mollasse, elle y imprimera un creux: Qu'on prenne une autre Boule de la même grosseur, & trois fois aussi pesante que la précédente & qu'on la laisse tomber de la hauteur d'un pied, elle y fera un creux aussi profond que le premier: dans la derniere Boule les forces sont = 3; car sa vitesse 1, multipliée par la pesanteur = 3, produit les forces: comme les enfoncemens faits dans la Glaise sont également grands, il faut que les forces soient aussi également grandes dans les deux Corps, puisqu'il est nécessairement besoin d'égales forces pour pousser hors de leur place la même quantité de parties: mais le premier Corps avoit la pesanteur *un*, & tomboit d'une hauteur trois fois aussi grande, il faut donc que les forces soient ici comme les hauteurs, car 1 $\times$ 3 donne aussi trois. Quelques Philosophes prétendent, qu'il ne suit pas de ces Expériences, que les forces des Corps qui se meuvent librement sont comme les quarrés des vîtesses, quoiqu'ils accordent, qu'une Boule qui tombe d'une certaine hauteur fera dans la Glaise un enfoncement d'une certaine profondeur; qu'une autre Boule qui vient à tomber de deux fois aussi haut devra faire un creux deux fois plus grand; & enfin qu'une troisiéme Boule qui tombe d'une hauteur quatre fois plus grande, & qui a reçu deux fois plus de vîtesse que la premiere, ne manquera pas de faire une enfoncement quatre fois plus grand. Car, disent-ils, supposons qu'un Corps qui tombe d'une hauteur reçoive une vîtesse, & qu'il continuë à se mouvoir avec cette vîtesse, il parcourra dans le temps suivant, mais également long, un espace deux fois plus grand qu'auparavant: Supposons encore qu'un autre Corps, qui vient à tomber de quatre fois aussi haut, reçoive en deux temps une vîtesse deux fois plus grande, & qu'il ne cesse d'avancer avec cette vîtesse, il parcourra dans les deux temps suivans 8 espaces, & de cette maniere il parcourra 4 espaces en un temps; de sorte que les espaces, que ces deux Corps auront parcourus en temps égaux, tant avec une seule vîtesse, qu'avec deux vîtesses, seront l'un à l'autre comme 1 à 2, & par consequent les espaces du premier Corps devront être aux espaces du second Corps, qui se meut avec deux fois plus de vîtesse dans un temps deux fois plus long, comme 1 à 4. Ainsi les enfoncemens, qui ont été faits dans la Glaise par ces deux Corps, doivent être comme 1 à 4, quoique les forces des Corps qui se meuvent sont comme la longueur des espaces parcourus en un temps, c'est-à-dire, comme 1 à 2, ainsi qu'étoient aussi les vîtesses de ces Corps.

Cette Objection est fondée sur cette supposition, qu'on n'a besoin que d'une seule force, pour faire parcourir à un Corps un espace dans un certain temps; & qu'on a besoin de deux forces, pour faire parcourir à ce même Corps un espace deux fois aussi grand dans le même temps. Mais voilà justement ce qui est en question, car nous disons, qu'il est

 ici

ici besoin de 4 forces, & non de deux; c'est pourquoi on suppose d'abord dans cette Objection, que les forces des Corps sont comme les vîtesses, & on va conclure de-là, que les forces des Corps sont comme les vîtesses, ce qui n'est par consequent qu'un pur sophisme.

On voit clairement, que si la cavité que fait le Corps qui se meut deux fois plus vîte, est quatre fois plus grande, que celle que fait le Corps qui se meut avec la vitesse *un*, il doit y avoir eu quatre fois plus de Glaise poussée hors de sa place, & que pour cet effet il a certainement fallu quatre forces: si donc le Corps, qui produit cet effet, n'eût pas eu quatre forces, il lui auroit été impossible de faire cette cavité. Supposons qu'il la fasse en deux temps, il ne laisse pourtant pas d'avoir eu besoin de quatre forces, & elles doivent avoir été dans ce Corps depuis le commencement de son action; car il ne reçoit plus de forces tandis qu'il agit, & par consequent il doit avoir eu ces forces en même proportion que le quarré des vîtesses, avec lesquelles il se meut.

Ayant pris deux sortes de Glaise, dont l'une étoit une fois aussi mollasse que l'autre, ce que je mesurai à l'aide d'un Corps garni par-dessous de quatre Cones également grands, & qui reposant dessus, s'y enfonça profondément; après que j'eus fait heurter rudement contre ces deux sortes de Glaise, avec la Machine de Monsieur Mariotte, mais qui a été perfectionnée, un Corps garni par-devant d'un Cone pointu, & qu'il eut avancé dans la Glaise dure avec une vitesse de 4, 24 degrés, & dans la Glaise mollasse avec une vîtesse de 3 degrés, les creux se trouverent également grands, car les forces du Corps qui avoit la plus grande vîtesse, étoient = 18, & celles de l'autre qui avançoit plus lentement étoient = 9, suivant notre calcul; mais comme une de ces deux Glaises étoit une fois aussi dure que l'autre, ou qu'elle faisoit une fois autant de résistance que la Glaise mollasse, les creux ont dû être de cette maniere de la même grandeur. Lorsque je fis ensuite heurter le même Corps contre la Glaise dure avec une vitesse de 6 degrés, le creux se trouva une fois aussi grand qu'auparavant. Ce creux fut fait dans le même temps que celui qui se fit dans la Glaise mollasse, par consequent le Corps a agi dans le même temps avec 4 forces sur la Glaise dure où il n'avoit que deux vîtesses, & avec la force *un* sur la Glaise mollasse où il n'avoit qu'une seule vîtesse. Cette expérience ne réüssit pas, à moins qu'on ne se serve de cette sorte de Glaise où il n'y a pas la moindre élasticité; & c'est pour cela qu'on ne doit jamais employer dans cette occasion de la terre dont on fait les Pipes, qui est élastique à cause de la graisse qu'elle contient.

J'ajouterai ici une seconde solution contre l'Objection proposée. Qu'on prenne un Corps cilindrique, dont une des extrémités finisse en forme de Cone, & dont l'autre extrémité soit composée de 4 pareils Cones. Ce Corps étant suspendu à la Machine de Mariotte, qu'on le laisse tomber avec une certaine vîtesse, par le côté qui a seulement un Cone, contre la Glaise, dans laquelle il fera un creux d'une certaine grandeur;

grandeur ; qu'on le laisse ensuite tomber sur son autre extrémité, c'est-à-dire sur ses 4 cones, contre la Glaise, avec deux fois plus de vîtesse, chacun de ces cones formera un creux aussi grand que le précédent : ces 4 creux se font dans un temps moindre que le premier ; par consequent ce Corps, qui agit avec deux vîtesses, dans un temps deux fois moindre que l'autre qui agit avec une seule vîtesse, a eu une action quatre fois plus grande, & des forces aussi quatre fois plus grandes.

On peut joindre encore ici l'Expérience dont j'ai donné la description au §. 194.

Mais ne nous arrêtons pas aux Expériences qui se font dans la Glaise mollasse, prenons aussi des Corps élastiques. Ce qui convient ici le plus, c'est le Verre, & certaines petites Boules rondes faites de Marbre ou de pierre. Monsieur Martens m'a communiqué les Expériences qu'il a faites avec ces Boules, & qui sont tout-à-fait curieuses & convaincantes. On serra dans un moule creux un morceau de Verre coupé en rond, & on prit deux Boules de Marbre, dont l'une, que je nomme A, avoit la pesanteur *un*, l'autre que j'appelle B, étoit trois fois plus pesante : on les laissa tomber de diverses hauteurs sur le Verre, jusqu'à ce qu'ils le rompirent par leur chute. Lorsque la Boule B tomba de la hauteur de 7 pieds, le Verre resta en son entier, mais lorsque A tomba de la hauteur de 24 pieds, il rompit le Verre. Les vîtesses sont ici en $B = V_7$ en $A = V_{24}$. Si les forces de ces Corps qui tombent étoient comme les vîtesses multipliées par leurs pesanteurs, les forces auroient été en $A = 1 \times V_{24}$, & en $B = 3 \times V_7$, qui sont l'une à l'autre comme 24 à 63 ; par consequent le Corps B n'auroit pu rompre le Verre avec ses 63 forces, au-lieu que A l'a rompu avec 24 forces, ce qui est inconcevable : mais on verra bien-tôt, suivant notre nouveau calcul, pourquoi A peut rompre le Verre, ce que B n'a pu faire ; car les forces de A sont $= 1 \times 24$, & celles de $B = 3 \times 7 = 21$; de sorte que ces dernieres ont été les plus foibles.

Ces expériences ayant été réïtérées plusieurs fois eurent toujours le même effet : & même, pour plus grande sûreté, on laissa aussi tomber ces Boules sur de la Porcelaine, & autres Corps semblables. On fit aussi la même chose de diverses manieres sur la Machine de percussion de Monsieur Mariotte, & on trouva toujours qu'elle réüssissoit également bien.

§. 227. Si un Corps pesant qui tombe de son repos dans le temps, qui est représenté par A B, reçoit sur la fin de ce temps une vîtesse comme B C, il parcourra, à l'aide du mouvement qui augmente continuellement, un espace, qui est représenté par le Triangle A B C. Si ce même Corps, pendant ce même temps, avoit toujours eu la même vîtesse B C, il auroit parcouru un espace deux fois plus grand qu'auparavant, & qui seroit représenté par le rectangle A B C D : car on connoît l'espace qu'un Corps a parcouru, lorsqu'on multiplie sa vîtesse par le temps, c'est-à-dire, A B par B C, dans le cas dont il est ici question ; Pl. II. Fig. 7.

& c'est ce que produira le quarré ABCD : mais celui-ci est deux fois aussi grand que le triangle ABC, par conséquent l'espace que le Corps a parcouru avec la vîtesse BC, dans le temps AB, sera deux fois aussi grand, que celui que parcourt le Corps qui trouble son repos, & qui reçoit la vîtesse BC, sur la fin du temps AB.

Pl. VI. Fig 5. On peut prouver cela par l'Expérience suivante. Que l'on prenne un Pendule CP, long de quarante pieds, auquel soit attaché en-bas le poids P : que l'on attache un clou à un obstacle ferme, de sorte que N vienne à la hauteur d'un pied au-dessus de P, si en poussant le poids P, il s'éleve d'un pied jusqu'en O, & qu'alors n'étant plus retenu il vienne à tomber, il décrira l'Arc OP, & recevra au point P la même vîtesse, que si il étoit tombé de N en P, ce que je démontrerai au §. 387. Que l'on mette ensuite à la distance de deux pieds un Corps qui donne du son Q, contre lequel le poids P puisse frapper : alors le Corps parcourant l'espace PQ, peut-être conçu comme passant dans une ligne droite, à cause de la longueur du Pendule : que l'on prenne aussi un autre Corps H, & qu'on l'éleve un pied au-dessus de M, si le poids P est porté en O, & se rend sur P en tombant, qu'on laisse tomber en même temps le Corps H, & alors H tombera sur M, en même temps que P contre Q, H a donc parcouru l'espace d'un pied, en tombant de son repos, & en recevant en M la vîtesse avec laquelle P a toujours avancé de P jusqu'à Q, ce qui fait une distance de deux pieds.

§. 228. Comme la pesanteur pousse continuellement un Corps en-bas, & qu'elle agit sur un Corps qui est en mouvement de la même maniere que sur celui qui est en repos, le mouvement d'un Corps qui est jetté perpendiculairement en-haut, sera retardé : & les diminutions des vîtesses seront égales en temps égaux ; puisque la pesanteur produit en-bas des vîtesses, qui sont en même raison que les temps. Il faut par conséquent qu'un Corps qui est jetté en-haut, y soit porté par un mouvement qui diminuë également : de sorte que tout ce que nous avons démontré aux §. 195, 196, 197, a aussi lieu ici. En effet, supposons que le Corps soit jetté en-haut avec la vîtesse BC, la pesanteur qui pousse continuellement en-bas, ne lui fera avoir sur la fin du temps BT, que la vîtesse TX, & lui fera parcourir l'espace qui est représenté par BTXC. La pesanteur retarde encore le Corps de la même maniere dans les temps suivans, & par conséquent il ne lui restera plus, sur la fin du temps TR, que la vîtesse RZ, cette ligne étant d'autant plus courte que TX, que TX est plus court que BC. La vitesse du Corps sera aussi Qq sur la fin du temps RQ, & l'espace parcouru sera comme ZRQq. La vîtesse sera Pp sur la fin du temps QP, & l'espace parcouru sera QqPp. Ainsi il paroît, qu'un Corps qui est jetté en haut, est retardé dans sa course par la pesanteur. 2°. Que les diminutions des vîtesses sont comme les temps. 3°. Que les espaces, parcourus en temps égaux, sont comme les nombres impairs 19, 17, 15, 13, 11, &c.

(Pl. II. Fig. 2.)

§. 229.

§. 229. Par conſequent, ſi un Corps peſant tombe perpendiculairement en-bas, il recevra ſur la fin de ſa chute une vîteſſe, avec laquelle il pourra remonter juſqu'à la même hauteur d'où il eſt tombé.

En effet, que le temps repréſenté par la ligne AB, ſoit partagé en parties égales, comme AD, DM, &c. & que ſur la fin de chaque temps, la vîteſſe reçuë ſoit repréſentée par des perpendiculaires, comme DE, MF, &c. alors BC ſera la vîteſſe, que le Corps reçoit ſur la fin du temps TB, & parcourra l'eſpace ABC. Maintenant, ſi le Corps remonte en-haut avec la vîteſſe BC, il recevra ſur la fin du temps BT la vîteſſe TX, ſur la fin de TR la vîteſſe RZ, ſur la fin du temps MD la vîteſſe DE, & il aura perdu toute ſa vîteſſe ſur la fin du temps DA, par conſequent il parcourra de nouveau l'eſpace ABC, qui eſt le même dans lequel il eſt tombé. On peut faire voir cela bien facilement par le moyen d'un Pendule, qui étant d'abord élevé, & enſuite lâché, monte de l'autre côté juſqu'à la même hauteur dont il étoit tombé. Si on laiſſe auſſi tomber une Boule de Marbre ſur un gros Caillou, elle remontera juſqu'à la même hauteur, que celle dont elle étoit tombée. Pl. II. Fig. 2.

§. 230. Si on jette un Corps en-haut, il montera juſqu'à cette même hauteur de laquelle venant enſuite à tomber il reçoit la même vîteſſe, avec laquelle il a été jetté en-haut.

§. 231. Les hauteurs, auſquelles peuvent monter divers Corps, que l'on jette en haut avec diverſes vîteſſes, ſont l'une à l'autre, comme les quarrés de ces vîteſſes. Car, que le Corps A ſoit jetté en haut avec la viteſſe *un*, & B avec la viteſſe *trois*; A montera juſqu'à une certaine hauteur, & B montera neuf fois auſſi haut. Comme dans le triangle ADE, le Corps qui eſt jetté en haut avec la vîteſſe DE, décrit un eſpace, qui eſt exprimé par ADE; l'autre Corps qui eſt jetté en haut avec la vîteſſe NG, laquelle eſt trois fois plus grande que DE, parcourut un eſpace, qui eſt repréſenté par le triangle ANG, lequel eſt neuf fois plus grand que ADE. On peut ſçavoir facilement, par ce que nous venons de démontrer ici, juſqu'à quelle hauteur peut monter un Corps que l'on jette en haut, dès-que l'on ſçait une fois, combien de temps il a reſté en chemin: par exemple, je jette une Boule perpendiculairement en haut, & avant qu'elle ne retombe à terre, il s'eſt écoulé 20 ſecondes, depuis qu'elle a commencé à monter. On ſçait, que ce Corps employe autant de temps à tomber, qu'à monter: c'eſtpourquoi il n'a employé que 10 ſecondes à monter, & 10 ſecondes à deſcendre. Un Corps parcourut 15 pieds $\frac{1}{12}$ dans le temps d'une ſeconde, & il décrit des eſpaces, dont les longueurs ſont comme les quarrés des temps, par conſéquent le Corps a parcouru dans ſa chute un eſpace de $15\frac{1}{12} \times 10 \times 10$ pieds, ou $1508\frac{1}{3}$ pieds: & c'eſt pour cela que ce même Corps a auſſi monté juſqu'à cette même hauteur. Pl. II. Fig. 2.

§. 232. Les Philoſophes ont recherché ſi les Corps, qui tombent perpendiculairement en bas par leur Peſanteur, paſſoient par tous les degrés de vîteſſe, en commençant depuis leur repos avec vîteſſe infiniment

ment petite, & qui augmente continuellement, avant que d'arriver au dernier de tous ses degrés; ou bien si, depuis le commencement de leur mouvement, ils recevoient au premier instant une vîtesse finie, mais qui augmente aussi continuellement.

La solution de cette difficulté dépend beaucoup de l'ordre dans lequel on dirige ses idées: c'estpourquoi nous l'éxaminerons de deux manieres. Mais de quelque maniere qu'on commence cet éxamen, il restera toujours certain, qu'un Corps qui commence à tomber par sa pesanteur, ne passe pas dans un temps déterminé par tous les degrés possibles de vîtesse: car supposons que A B représente le temps d'une seconde,
Pl. II. Fig. 7. & que B C représente la vîtesse reçuë dans ce temps-là, alors toutes les lignes qui sont paralléles à B C, & qui sont perpendiculaires sur A B, représenteront les vîtesses, que le Corps a dans tous les autres temps plus petits; mais au cas qu'on prenne B E tel qu'on voudra, mais beaucoup plus petit que B C, & qu'on tire de E en A la ligne droite E A, alors B E pourra aussi représenter la vîtesse de quelque autre Corps, qui a passé de son repos en A avec des vîtesses qui ont augmenté continuellement, & qui a reçu la vîtesse B E dans le temps A B d'une seconde: toutes les paralléles à B E, & qui sont perpendiculaires sur A B, représenteront donc aussi les vîtesses qui ont été reçuës dans chaque temps: mais ces vîtesses, représentées par les lignes qui sont dans le Triangle E B A, sont fort différentes des vitesses qui sont dans le Triangle A B C. La même chose peut encore avoir lieu dans un autre Triangle, dont la base seroit beaucoup plus petite que B E, c'estpourquoi il y a encore plusieurs vîtesses possibles, que le Corps qui tombe ne reçoit pas dans sa chute, de sorte qu'il ne passe pas par tous les degrés possibles de vîtesse.

Passons à présent à l'autre partie de la difficulté en question, & éxaminons si les Corps qui tombent passent de leur repos avec une vîtesse infiniment petite, & qui augmente ensuite continuellement, ou bien si ils ont d'abord une vîtesse finie, quoiqu'elle augmente aussi continuellement dans la suite.

Pl. II. Fig. 7. Lorsqu'on pose, que dans le Triangle A B C, la ligne A B représente le temps, & B C la vîtesse reçuë sur la fin du temps, alors A M pourra représenter une partie infiniment petite de A B, c'est-à-dire, un temps infiniment petit, & par consequent M O, paralléle à B C, représentera une vîtesse infiniment petite, puisque A B, B C : : A M, M O; de sorte que la vîtesse du Corps, qui tombe dans le premier temps infiniment petit, sera aussi infiniment petite. Et puisque les augmentations de vîtesse sont égales à M O sur les temps égaux à A M, les augmentations de vîtesse seront aussi infiniment petites sur les augmentations infiniment petites des temps. Il paroît par-là, que si on arrange ses pensées dans cet ordre, alors les Corps qui tombent, venant à quitter leur repos, devront se mouvoir avec une vîtesse infiniment petite. De plus il est certain, qu'une pression dans un temps infiniment pétit ne peut produire une vîtesse finie, quoi qu'elle produise une vitesse déterminée; parce qu'elle produiroit

roit dans un temps fini une force ou vîteſſe infinie; alors cette preſſion ſeroit infinie; mais puiſque le Corps n'acquiert pas une vîteſſe infinie, mais finie, auſſi la preſſion qui a agi dans chaque inſtant infiniment petit, ne peut produire à chaque inſtant qu'une vîteſſe infiniment petite.

Conſiderons donc la Peſanteur, qui eſt une Puiſſance qui preſſe, & même une certaine Puiſſance déterminée dans chaque Atome; c'eſtpourquoi la Peſanteur de quelque Corps que ce ſoit communiquera dans le premier moment de ſon action une vîteſſe déterminée, laquelle ſera infiniment petite eu égard à la vîteſſe qui a été acquiſe dans un certain temps fini. Suppoſons que la vîteſſe; qu'un Corps a acquiſe dans un temps fini, ſoit grande mais finie; cette vîteſſe a augmentée continuellement & également pendant la chute: Que l'on diviſe le temps en parties, dont le nombre ſoit infini, chacune d'elles ſera infiniment petite, & par conſequent le premier temps de la chute ſera tel: mais la vîteſſe finie pourra être diviſée de la même maniere que le temps, dans le même nombre infini de parties égales dont chacune eſt néceſſairement petite; ainſi celle qui répondra à la premiere partie du temps ſera néceſſairement infiniment petite: mais cette vîteſſe eſt la même que la Peſanteur a acquiſe dans le premier temps, & à plus forte raiſon la vîteſſe du Corps peſant ſera infiniment petite dans ce même moment auquel il a commencé à ſe mouvoir. Je tire de-là cette concluſion: Qu'un Corps peſant ne commence pas à ſe mouvoir avec une vîteſſe finie, mais avec une vîteſſe infiniment petite.

Il paroit que quelques Philoſophes ont attribué aux Corps peſans une vîteſſe finie dans le commencement du mouvement, parce que la Peſanteur eſt une grande Puiſſance, & parcequ'elle communique en peu de temps une grande vîteſſe aux Corps: elle en donne en effet une ſi grande, que le Corps, après être tombé pendant une Seconde, peut parcourir à l'aide de cette vîteſſe un eſpace horiſontal de 30 pieds pendant la Seconde ſuivante; ils ont de plus conſideré que la Peſanteur eſt une Puiſſance déterminée. Mais tout cela n'empêche pas, que la vîteſſe du premier inſtant dans un Corps qui tombe, ne ſoit infiniment petite, pourvu que nous faſſions attention que les infiniment petits different entr'eux en grandeur, & qu'ils ſont tantôt plus grands, tantôt plus petits, mais qu'ils ont toujours rapport à leurs grandeurs finies; c'eſt pour cela que la vîteſſe, avec laquelle un Corps peſant commence à être mu, n'eſt pas infiniment petite par rapport à toute ſorte de vîteſſe finie qui eſt poſſible, mais elle eſt ſeulement infiniment petite eu égard à ſa vîteſſe, qui n'a été acquiſe que dans un certain temps fini.

Quoique la Peſanteur ſoit en effet une Puiſſance déterminée, elle ne communique pas pour cela une vîteſſe finie à un Corps dans le premier moment, parce qu'agiſſant alors dans un temps fini, elle produiroit dans ce même Corps une vîteſſe infinie: Or il eſt certain, qu'un Corps peſant n'acquiere pas une vîteſſe infinie dans un temps fini, mais ſeulement une vîteſſe finie; & c'eſt pour cela qu'il a dû avoir dans un temps infiniment

ment petit une vîteſſe infiniment petite, & beaucoup plus encore dans ce premier moment.

§. 233. On a auſſi recherché avec beaucoup d'éxactitude, ſi la peſanteur reſtoit toujours la même dans un Corps, qui occupe la même place, ou bien ſi cette peſanteur étoit moindre dans un certain temps, & plus grande dans un autre temps? Il s'eſt trouvé des Philoſophes, qui ont cru, que la peſanteur devenoit moindre, parce que ſi l'on met un Animal vivant dans une Balance bien nette, & qu'on le peſe de nouveau après ſa mort, on trouve qu'il eſt alors plus leger, que lorſqu'il étoit en vie. La concluſion qu'on tire de cette Obſervation n'eſt pas fort juſte : car qui eſt-ce qui ignore aujourd'hui, que les Animaux diſſipent continuellement par la tranſpiration ce qu'il y a en eux de liquide, & que par conſequent ils deviennent plus legers, comme nous l'avons remarqué ci-deſſus? De plus, tous les Animaux perdent beaucoup de leurs liquides par l'expiration; ſoufflez ſeulement contre un Miroir, il s'obſcurcit, uniquement par les vapeurs qui ſortent de la poitrine, & que nous perdons par l'expiration; de ſorte qu'il n'eſt pas ſurprenant, ſi un Animal, qui a perdu de ſes liquides, ſe trouve plus leger après ſa mort : on l'auroit auſſi trouvé infailliblement plus leger, ſi on l'eut laiſſé vivre, & qu'on l'eut peſé de nouveau peu de temps après l'avoir déja fait.

§. 234. On a cru auſſi, qu'un Corps qui tombe perdoit de ſa peſanteur, ou qu'il n'étoit pas ſi peſant qu'auparavant : parce que lorſqu'on ſuſpend à une Balance un long Tuyau rempli d'eau, & qu'après avoir attaché en dedans à un fil bien fin un Corps peſant, on mette tout en équilibre par des poids de l'autre côté; ſi on coupe le fil, & que le Corps tombe au travers de l'eau, la Balance eſt ſouvent élevée de ce côté, d'où il ſemble que le Corps qui tombe eſt devenu plus leger.

L'Inventeur de cette Expérience eſt Monſieur Rob. Hooke, qui la fit avec divers changemens en 1662 en préſence de la Societé Royale de Londres; mais ſans avoir en vuë d'éxaminer, ſi les Corps perdoient leur peſanteur dans leur chute, il étoit pour cela trop ſage & trop pénétrant; mais il la fit pour ſçavoir, combien un Corps qui tombe & qui s'éléve à travers un liquide, comprimoit ce même liquide; c'eſt auſſi ce qu'il fit voir, & rien autre choſe. C'eſtpourquoi cette Expérience a divers ſuccès : car ſi on laiſſe tomber dans un Tuyau à travers l'eau divers Corps, qui ſoient tous également peſans dans l'Air, il ſe trouvera à l'égard de la preſſion ſur l'Eau une très-grande différence, en ſorte que le Baſſin, dans lequel eſt le poids, reſte abſolument ſans aucun mouvement, comme ſi il ne ſe faiſoit rien de l'autre côté de la Balance; ou bien ce Baſſin s'affaiſſe un peu, en élevant un peu le Tuyau avec l'Eau; ou il fait monter le Tuyau fort haut : tous ces effets dépendent des différentes figures, & des poids particuliers des Corps, ou bien de leur vîteſſe; de ſorte qu'on peut faire, que les Corps compoſés de même matiere, & qui ſont d'une égale peſanteur dans l'Air, venant à tomber au travers de l'Eau, paroiſſent tantôt reſter de même peſanteur dans le Tuyau, &

quel-

quelquefois être devenus plus ou moins legers, selon qu'en tombant ils compriment plus ou moins l'Eau par leur figure, comme je l'ai fait voir moi-même plusieurs fois en public par plusieurs Expériences. On ne peut donc pas conclure, qu'un Corps qni tombe perd de sa pesanteur, parce que des Corps de même pesanteur & de même matiere ne perdroient pas également suivant cette Expérience, & que les Corps qui se dilatent beaucoup & qui sont un peu plus pesans que l'Eau, ne perdroient absolument rien. Divers Auteurs ont écrit sur cette Expérience, sans la comprendre ou sans l'avoir faite, ou sans avoir prêté attention à tout ce qui s'y passe : ce n'est pas ici le lieu de faire voir cela, & d'ailleurs cette Expérience n'est pas de si grande importance. Messieurs Hook & Desaguliers l'ont fort bien comprise & l'ont aussi bien exposée : on peut les consulter à ce sujet, & alors en éxaminant les Expériences avec beaucoup de soin, on pourra découvrir facilement la vérité : autrement on peut y ajoûter ce que j'en dirai encore dans le Chapitre de l'Air.

§. 235. D'autres ont pensé, que la pesanteur des Corps pouvoit devenir plus grande, parce qu'après avoir rempli une Boule de Verre avec de l'Eau & des Pois, & après l'avoir bien bouchée avec de la Cire, on la suspendit à une Balance pendant huit jours entiers, après lesquels on trouva qu'elle étoit plus pesante qu'auparavant. Mais si on fait cette Expérience dans un Bassin qui tienne à la chaine d'une Balance bien nette, on trouvera que cela n'est pas bien conforme à la vérité. Il y a toute apparence, que cette Boule de Verre a été suspenduë à une corde seche, laquelle a attiré ensuite à elle beaucoup d'humidité causée par le temps humide, & qu'elle est devenue de cette maniere plus pesante qu'auparavant. C'est ce qui m'a aussi bien trompé autrefois, & c'est pour cette raison que dans la suite, lorsque j'ai voulu sçavoir au juste la pesanteur d'une chose, je ne me suis jamais servi de Bassins attachés à des cordes, mais toujours à des chaines de cuivre : cet avis est de plus grande importance, qu'on ne sçauroit jamais croire.

§ 236. Nous avons vu jusqu'à présent les proprietés & les effets de la Pesanteur. Mais qu'elle est la cause de la Pesanteur ? Ou plutôt, qu'est-ce qui rend les Corps pesans ? Plusieurs habiles Philosophes passent ici cette question sous silence, & se contentent de raisonner sur les effets, sans faire aucune recherche de la cause qui les produit. Leur procédé mérite d'être loüé, puisque, soit que nous connoissions cette cause ou que nous ne la connoissions pas, nous ne pouvons pas en tirer grand profit pour ce qui concerne l'avantage du Genre humain : il suffit que nous connoissions éxactement les proprietés & les loix de la Pesanteur. C'est pour cette raison que nous ne nous arrêterons pas beaucoup sur cet article ; & nous nous mettons encore moins en peine, soit qu'on adopte ou qu'on rejette ce que nous en dirons encore dans la suite, car cela n'est pas de grande importance pour les matieres que nous aurons à traiter dans les Chapitres suivans.

Comme la Pesanteur agit non seulement sur les Corps qui sont en re-

pos, mais qu'elle agit aussi également sur ceux qui se meuvent avec beaucoup de vîtesse, il nous paroit, que la pesanteur n'est pas une Puissance Méchanique ou une Puissance qui comprime extérieurement. En effet, si elle étoit une Puissance qui comprime extérieurement, de quelque nature qu'elle pût être, solide ou liquide, elle devroit agir autrement sur un Corps qui est en repos, que sur celui qui se meut avec rapidité. Supposons qu'un Ressort d'Acier, qui est bandé, vienne à se débander contre un Corps qui se trouve sans mouvement, il agira autrement sur lui que sur un Corps qui est déja en mouvement avec la moitié de la vîtesse avec laquelle le Ressort se débande: il agira aussi tout autrement sur un Corps qui se meut déja avec $\frac{5}{6}$ de sa propre vîtesse. Il faudroit qu'il en fût ainsi à l'égard de la Pesanteur, si elle agissoit extérieurement.

2°. La Pesanteur agit également sur l'intérieur des Corps comme sur l'extérieur, car elle est proportionnelle à la grandeur de la matiere, & non à la surface: d'où il suit encore, qu'elle n'agit pas méchaniquement; car si elle dépendoit de la compression de quelque liquide, il faudroit que la compression fût en raison de la surface des Corps, & non en raison de leur matiere.

Sera-ce donc un Principe interne, qui agit toujours, par la force duquel tous les Corps terrestres sont comprimés on poussés vers le Centre de la Terre? On ne peut encore avoir jusqu'à présent aucune idée claire d'un tel Principe, parce que nous ne pouvons voir ce qui est au-dedans des Corps, & que nous ne pouvons concevoir non-plus, de quelle maniere & pourquoi les Corps pesans, qui sont fort éloignés les uns des autres, agissent les uns sur les autres, sans qu'il se trouve aucune autre cause entre-deux. Tout cela est quelque chose d'incomprehensible pour nous; cependant comme la cause de la Pesanteur ne peut être externe, nous sommes comme portés à établir un Principe interne: Et il n'y a pas plus d'inconvenient à admettre ici un tel Principe qu'il y en a à l'égard des autres proprietés des Corps, lesquelles nous ne concevons pas non plus; car nous ne sçavons pas de quelle maniere l'Impénétrabilité, la Force d'Inertie, & la Force des Corps en mouvement, se trouvent au-dedans des Corps: toutes ces choses sont encore jusqu'à présent autant de mistéres pour nous. Peut-on donc déja établir, que ce Principe de la Pesanteur est une proprieté, qui découle de la nature des Corps? Je n'oserois certainement pas l'établir, puisque je ne vois pas que la Pesantenr seroit nécessaire, si Dieu n'eût créé qu'un petit Corps indivisible; mais nous assurons, que la Pesanteur se trouve dans tous les Corps; qu'on ne peut pas l'ôter ni des grands, ni des petits Corps; qu'elle agit toujours suivant la même ligne dans la même place, & avec d'autant plus de force qu'elle est plus près du centre de la Terre. Cette Pesanteur est sans contredit quelque chose, qui a été placée par le Créateur dans les Corps, en même-temps que les autres Proprietés Communes & Particulieres. Nous ne pouvons en dire beaucoup davantage, en nous bornant

à ce

à ce qui eſt vrai, & nous aimerions bien mieux avouer franchement, combien nos connoiſſances ſur cet article ſont obſcures & imparfaites, que d'en dire plus que ce que nous en ſçavons véritablement, & de tromper par-là nos Auditeurs. Monſieur Robberval lui donnoit le nom de *Force inhérente* dans les Corps, par laquelle leurs parties tendoient en quelque ſorte à ſe mouvoir l'une vers l'autre, ce qui n'exprime pas mal l'idée que nous en avons.

§. 237. Si donc la cauſe de la Peſanteur dépend d'un Principe interne, que Dieu auroit placé dans les Corps, on peut demander ici, pourquoi il ſeroit néceſſaire que la Peſanteur agît ſuivant cette proportion, dans laquelle on trouve qu'elle agit, & qui eſt en raiſon inverſe du quarré de la diſtance? Parce qu'il y a une infinité de proportions différentes, qui paroiſſent avoir un droit égal à être employées dans la Nature, y avoit-il quelque raiſon de préférence à l'une ſur l'autre? Je ne ſçaurois paſſer ici ſous ſilence ce que penſe ſi judicieuſement ſur cet article le très-ſçavant Mathématicien Monſieur Maupertuis. * *Suppoſé que Dieu eût voulu établir dans la matiere quelque Loi d'Attraction, toutes ces Loix ne devoient pas lui paroître égales.* Les ſeuls Corps autour deſquels l'Attraction quelle qu'elle fut, pouvoit ſe faire également de tous côtés, étoient les Corps ſphériques; & le ſeul point de ces Corps, auquel on doit rapporter les diſtances, eſt le centre. Si donc on ſuppoſe, que Dieu ait voulu, que quelque Corps conſervât la même proprieté, qui devoit être repanduë dans la matiere, d'attirer de tous côtés également les Corps, ſuivant la même proportion; il falloit que l'attraction des parties de la matiere ſuivît une Loi, telle que les Corps ſphériques, qui en ſeroient formés, la ſuiviſſent encore. Cette uniformité pouvoit être une raiſon de préférence pour la Loi, où elle ſe trouvoit, & alors tous les Syſtêmes poſſibles d'Attraction n'étoient plus égaux. La raiſon méthaphiſique de préférence une fois poſée, la néceſſité mathématique excluoit d'abord une infinité de Syſtêmes, dans leſquels l'accord de la même Loi dans les parties, & dans le tout, ne pouvoit avoir lieu.

Selon la Loi d'une Attraction en raiſon inverſe du quarré de la diſtance dans les parties de la matiere, les Sphéres exercent de tous côtés ſur les Corps placés au dehors, une Attraction qui ſuit la même proportion de la diſtance à leur centre.

Il eſt vrai que lorſqu'un Corps eſt placé au dedans d'une Sphére ſolide, l'Attraction ne ſuit plus la même Loi, elle ſe fait alors en raiſon directe de la diſtance au centre; mais ce qui arrive par rapport à l'Attraction des Sphéres ſur des Corps placés au-dedans, ne doit point avoir l'Analogie avec l'Attraction des dernieres parties de la matiere, dont l'Attraction ne peut jamais avoir lieu que ſur les Corps placés hors d'elles, puiſqu'elles ſont les dernieres parties de la matiere.

Ainſi l'avantage d'uniformité, que ſembleroient avoir ſur cette Loi d'At-

* *Hiſtoire de l'Académie Royale*, Année 1732.

d'Attraction, d'autres Loix, comme celle qui suivroit la proportion directe de la distance, Loi qui se conserve dans les Sphéres, tant par rapport aux Corps placés au-dedans; cet avantage n'est point un avantage réel par rapport à l'analogie ou à l'accord de la même Loi dans les parties & dans le tout. Outre qu'une Loi d'Attraction qui diminue, lorsque les distances augmentent, paroît plus conforme à l'ordre des choses, où il semble que les effets doivent diminuer avec l'éloignement des causes.

Si donc le Créateur & l'Ordonnateur des choses avoit voulu établir quelque Loi d'Attraction dans la matiere, on voit que toutes les Loix n'auroient pas dû lui paroître égales. Examinons à présent en peu de mots les sentimens des autres Philosophes sur la cause de la Pesanteur

§. 238. Aristote établissoit deux Principes dans les Corps, un Principe de Legéreté, & un autre de Pesanteur: de sorte que par un de ces Principes, les Corps s'éloignoient du centre de la Terre, & par l'autre, ils tendoient vers ce même centre. Mais ce sentiment n'est pas conforme à la vérité, puisqu'on ne trouve aucun Corps leger: tout est pesant, & il n'y a aucun Corps qui ne tombe vers la Terre lorsqu'il est placé dans le Vuide.

§. 239. Cependant le sentiment d'Aristote étoit beaucoup plus probable que celui des autres Philosophes, qui dans la seule vuë d'établir un Principe, prétendoient qu'il n'y avoit point de Corps pesans, mais que tout étoit leger. Ces Philosophes étoient obligés d'établir, que certains Corps sont plus pesans que d'autres, parce que les uns montent plus facilement en haut que les autres. Mais ce sentiment ne peut avoir lieu, si l'on fait attention à l'Expérience rapportée au §. 201, par laquelle nous avons fait voir, qu'un petit floquet de Laine & un morceau d'Or tomboient par la même pesanteur avec une égale vîtesse. Que dirons-nous du sentiment du grand Astronome Kepler, qui croyoit, qu'il y a certains Esprits, ou des écoulemens incorporels, qui tirent les Corps vers le centre de la Terre. Cette cause ne seroit pas non plus méchanique. Mais comment sçavons-nous, qu'il y a de semblables Esprits & des écoulemens incorporels. Comment pouvons-nous prouver ou concevoir, que des Esprits agissent sur le Corps? Ce ne sont-là que des suppositions qui n'ont aucun fondement.

§. 240. Le sçavant Gassendi pensoit, que les Corps sont tirés vers le centre de la Terre par les écoulemens d'une matiere magnétique. Si ce grand Homme a cru, qu'il y a une véritable Attraction, comme nous tirons à nous les Corps qui sont éloignés de nous, il n'a pas parlé avec beaucoup de justesse, & ne s'est pas bien exprimé, car il n'y a point d'Attraction, comme il s'en trouve entre des Corps qui sont unis ou joints l'un à l'autre. 2°. La force de l'Aiman n'agit pas sur les Corps en les tirant vers le centre de la Terre, comme font voir les Aiguilles aimantées; de sorte qu'il faudroit que la pesanteur fît incliner les Corps dans la même ligne, dans laquelle les Aiguilles s'inclinent, ce qui n'arrive pas. 3°. Nous doutons fort qu'il y ait une matiere magnétique: & quand même il y auroit

roit une telle matiere, la cause en devroit être méchanique ; mais une cause de cette nature ne sçauroit agir également sur un Corps qui est en mouvement, comme sur un Corps qui est en repos.

§. 241. Casatus, & après lui Rudigerus, ont cru que les Corps étoient pesans, parce qu'ils ne sont pas dans leur propre place, vers laquelle ils tendent à se rendre, & dans laquelle ils ne seroient plus pesans, dès-qu'ils y seroient arrivés. Ce sentiment n'est guére probable; car la pesanteur n'est-elle pas une force? Comment peut-elle naitre d'elle-même, lorsqu'un Corps est seulement poussé hors de sa place? Cela n'est pas du tout concevable. De-plus je voudrois bien sçavoir, si tous les Corps sont également éloignés de la place, où on prétend qu'ils doivent être, tandis qu'on remarque qu'ils ont tous la même pesanteur suivant le §. 201. On ne sçauroit l'assurer en aucune maniere, quand même on accorderoit, que la Terre a été composée de diverses couches, dont chacune n'auroit contenu qu'une seule & même espéce de Corps, qui ont été dans la suite séparés les uns des autres & poussés hors de leur place ; car il auroit fallu pour cet effet, que la couche d'Or eût été placée dans un endroit, que celles de Laine & des Corps élastiques eussent été mises dans d'autres endroits, & ainsi des autres couches : d'où il arriveroit, que ces Corps se trouvant sur la surface de la Terre, seroient à diverses distances de leurs couches, & auroient de cette maniere une pesanteur différente, ce qui ne s'accorde pas avec l'Expérience, suivant le §. 201.

§. 242. Le pénétrant Philosophe Descartes, avec ses Sectateurs, concevoit la Terre comme entourrée d'un liquide fort subtil, qui forme un Tourbillon, lequel en tournant fait aussi tourner la Terre autour de son Axe, mais avec un mouvement moins rapide, que celui du Tourbillon : que par-là les Corps terrestres, soit qu'ils soient en repos ou jettés en-haut, sont comprimés & repoussés en-bas, & que cette compression est la Pesanteur même. Il paroît qu'il reste encore dans ce Systême un grand nombre de difficultés, dont celles-ci peuvent être regardées comme les principales. 1°. Cette cause de la Pesanteur seroit méchanique, & agiroit extérieurement sur les Corps. Nous avons déja dit souvent & fait voir, qu'il est impossible, que la cause de la Pesanteur soit méchanique : la matiere du Tourbillon ne peut agir sur un Corps qui est en repos de la même maniere ; que sur un Corps qui se meut avec rapidité ; mais elle devroit toujours agir d'autant moins, que le Corps se meut avec plus de rapidité ; au-lieu que l'Expérience nous apprend, que la Pesanteur agit toujours également sur les Corps, soit qu'ils soient en repos, ou qu'ils commencent à se mouvoir, ou qu'ils se trouvent déja en mouvement. 2°. Les Corps n'auront pas de Pesanteur en raison de la quantité de leur matiere, mais plutôt en raison de la grandeur de leur surface, car la matiere subtile du Tourbillon ne peut agir que sur les surfaces. Ceci ne s'accorde pas avec les Phénomènes de la Pesanteur ; car soit le Corps ABCEFK, dont les parties solides soient comprimées par en-haut par le liquide D, qui le pousse en-bas : les parties de ce Corps se touchent l'une l'autre en plusieurs Pl. II. Fig. 14.

sieurs

ſieurs endroits : le liquide ne peut les comprimer dans aucun des endroits où elles ſe touchent, & ne peut par conſequent les pouſſer en-bas : ſi donc on diviſe ce Corps en trois diverſes tranches, comme AE, BK, CF, & qu'on les poſe ſéparément l'une de l'autre dans une ſituation horiſontale, le liquide D pourra alors comprimer un plus grand nombre de parties qu'il ne faiſoit, puiſqu'il comprimera de plus toutes celles qui ſe touchoient mutuellement auparavant ; c'eſt pourquoi ce Corps étant ainſi partagé ſera pouſſé davantage en-bas par le liquide D, & devra auſſi être plus peſant qu'auparavant.

Qu'on reduiſe un Ducat d'Or en feuilles très-minces ; lorſqu'on ſéparera ſes parties les unes des autres, comme dans le Corps précédent ABCEKF, & qu'on rendra par-là les ſurfaces plus grandes ; on trouvera, quelque grandes que puiſſent être ces ſurfaces, que toutes le petites feuilles priſes enſemble, ſont reſtées auſſi peſantes que le Ducat. Comment donc eſt-il poſſible, qu'un liquide tel que D puiſſe être par ſa preſſion la cauſe de la Peſanteur ? Quelques-uns pour éluder cette difficulté, qu'ils trouvoient inſoluble, ont ſuppoſé pour cet effet, que les Corps ſont entierement poreux, que leurs parties ne ſe touchent pas l'une l'autre, & que le liquide D s'inſinuant entre toutes les parties les comprimoit également, quoiqu'elles fuſſent dans un Corps épais, ou qu'elles ſe trouvaſſent dans un Corps diviſé. Mais comment peut-on ſe tourmenter ſi fort pour défendre ces ſuppoſitions ? Contentons-nous ſeulement de conſiderer quelques Corps à l'aide d'un Microſcope ; & quelque poreux qu'ils puiſſent être, on ne laiſſera pourtant pas de voir clairement, que pluſieurs parties ſont les unes ſur les autres. D'ailleurs, il n'y a aucun Corps qui puiſſe paſſer pour ſolide, qu'entant qu'il eſt compoſé de parties qui ſe touchent mutuellement, & qui ſont éxactement l'une ſur l'autre : Or il eſt entierement impoſſible que le liquide puiſſe agir par ſa compreſſion ſur les endroits où ces parties ſe touchent, de ſorte que c'eſt envain qu'on a recours à cette échappatoire pour éluder cette difficulté.

2°. C'eſt une ſimple ſuppoſition de prétendre, qu'il y a des Tourbillons qui rempliſſent l'Univers, & dont un feroit tourner notre Globe : cette ſuppoſition renferme des difficultés, qu'il eſt impoſſible de réſoudre, & qui ont été indiquées par Meſſieurt Newton, Keil, & Whiſton. Il eſt vrai, qu'on a bien entrepris de répondre à ces difficultés, mais on l'a toujours fait ſi foiblement, qu'elles ont conſervé toute leur force & ſont reſtées dans le même état où elles étoient auparavant. En effet, ſe contenter de dire, qu'il doit y avoir des Tourbillons dans le Monde, & qu'il doit auſſi y avoir une matiere ſubtile qui rempliſſe tout, ce n'eſt ni philoſopher, ni démontrer ; mais c'eſt reſter dans le vieux Syſtême de ſuppoſitions, que l'on ne ſçauroit plus faire revivre. Les difficultés propoſées par Monſieur Newton ſon fondées ſur les proprietés connuës des Corps, & ſur d'autres Obſervations réelles faites ſur les Cometes, leur cours & leur queuë. 3°. Monſieur Huygens a auſſi vu clairement, qu'il étoit impoſſible,

ble, qu'à l'aide d'un Tourbillon, lequel on suppose se mouvoir autour de la Terre, les Corps fussent poussés vers le Centre de la Terre, mais qu'il devroit les pousser vers leur Axe, ce qui ne s'accorde pas avec les Phénomènes de la Pesanteur. C'est pour cela que ce Philosophe a établi, qu'il y a une infinité de Cercles, qui se meuvent tous comme autant de Tourbillons autour de la Terre, suivant toutes sortes de mouvemens imaginables, par lesquels tous les Corps devoient être poussés vers le Centre de la Terre. Mais comment peut-on concevoir une infinité de semblables Tourbillons, qui se meuvent les uns à travers les autres, sans qu'il arrive aucun embarras, sans que l'un soit un obstacle à l'autre, sans que le mouvement soit empêché, ou qu'il s'arrête alors entierement ? Le frottement seul des Corps qui se meuvent les uns sur les autres, quand même on les supposeroit des Corps liquides, seroit capable de diminuer continuellement le mouvement de ces Tourbillons, & enfin de le faire arrêter : cela est donc impossible : d'où il suit encore, que de tels Tourbillons ne peuvent pas être la cause de la Pesanteur.

On voit donc par-là que ces Philosophes, qui établissent la pression des Tourbillons pour cause de la Pesanteur, n'oublient pas de dire que la matiere subtile résiste aux Corps & les comprime, lorsqu'ils croyent en avoir besoin pour faire valoir leurs suppositions; mais qu'ils sçavent aussi dans d'autres occasions refuser toute résistance à cette matiere subtile, lorsqu'ils se voient dans la nécessité de le faire pour pouvoir disputer contre le Vuide.

§. 243. Il paroît assez par tout ce que je viens dire dans ce Chapitre, que tous les Corps terrestres, de même que les Planetes qui tournent dans le Ciel autour du Soleil, sont pesans. On pourroit donc demander ici, pourquoi le Créateur tout puissant a mis cette proprieté dans ces Corps terrestres & célestes ? Il est certain que cela dépend de sa libre Volonté & de sa Sagesse; mais cette parfaite Sagesse n'a rien produit sans raison : ainsi, quoique nous ne puissions pénétrer dans les vuës de l'Etre souverain, nous pouvons cependant découvrir ce qui est vraisemblable, & conclure que la Pesanteur est une proprieté nécessaire des Corps, qui se meuvent suivant les Loix arrêtées dans ses décrets : car ayant voulu, que la Terre fît sa revolution en 24 heures autour de son Axe, tous les Corps qui se seroient trouvés détachés, auroient été d'abord infailliblement emportés avec une grande rapidité par leur Force centrale de dessus la surface de la Terre, & par-là il auroit été impossible aux Hommes & aux animaux d'y pouvoir passer librement d'un lieu en un autre : il étoit besoin pour cet effet, que les Corps eussent une Pesanteur, qui les portât vers le Centre de la Terre, & qui fût plus puissante que la Force centrifuge : &, parce que la surface de toute la Terre auroit pu être brisée en petites parties, & aussi pour l'avantage des Hommes & des Animaux, tous les Corps terrestres devoient avoir une plus grande Force centripete, que n'étoit la Force centrifuge, causée par la revolution journaliere de la Terre. Il y a toute apparence que, pour de semblables

S raisons,

raiſons, le Soleil & les Planetes ſont auſſi douées d'une Force de Peſanteur, puiſqu'il a fallu qu'elles fiſſent leurs revolutions, les unes autour des autres, ſuivant la volonté du Créateur. Nous ne pouvons rien démontrer mathématiquement ſur cet article, mais ſeulement produire des raiſons fort vraiſemblables.

CHAPITRE VIII.

De la Méchanique.

§. 244. LES premiers qui ont tâché de réduire la Méchanique en Science, ont été Archytas & Eudoxus, qui ont été ſuivis par Ariſtote; mais celui qui a fait le plus de progrès dans cet Art, & qui s'y eſt diſtingué plus qu'aucun autre, c'eſt Archimede. Il eſt bien vrai que dans le Siécle paſſé Oughtred, Wallis, de la Hire, & Varignon, ont porté cette Science fort loin, & même plus loin qu'on n'avoit jamais fait, en ſorte qu'elle eſt parvenuë aujourd'hui à un haut point; mais comme elle eſt inépuiſable, elle fait encore tous les jours de nouveaux progrès. Nous donnons le nom de *Machines* à toute ſorte de Corps, qui ſont travaillés de telle maniere, qu'un Homme qui s'en ſert peut par leur moyen, & à l'aide d'une petite force, remuer de très-peſantes maſſes, & les élever comme il lui plaît.

§. 245. On a coutume de réduire à ſept les Machines ſimples, qui ſont la *Balance*, le *Levier*, la *Poulie*, le *Vindas*, le *Plan incliné*, le *Coin*, la *Vis*. Toutes les Machines compoſées ſont faites de quelques-unes de ces Machines ſimples, qui en forment comme les parties; en ſorte qu'il eſt facile de connoître les forces, qu'on peut mettre en œuvre à l'aide de ces Machines compoſées, dès qu'on eſt d'abord bien au fait de ce que peuvent celles qui ſont ſimples.

§. 246. Pour comprendre tout cela avec plus de facilité, nous commencerons par ſuppoſer, que ces Machines ſont faites d'une matiere dure & qui ne plie pas; qu'elles ſe meuvent toutes l'une ſur l'autre & ſur leurs Axes, ſans aucun frottement; que celui qui les a faites, les a portées au plus haut point de perfection où elles peuvent être: on pourra voir enſuite, de quelle maniere on doit corriger le calcul des forces, lorſqu'on ſe ſert des Machines, qui ſont faites de matiere fléxible, & qui ſe meuvent en ſe frottant réciproquement, ou qui ſont moins bien travaillées qu'elles n'auroient pû l'être.

§. 247. Nous appellons *Force de Mouvement* ou *Moment*, en Latin *Momentum*, l'action d'une Puiſſance qui comprime, laquelle eſt, ſuivant le §. 153, en raiſon compoſée de la grandeur des Obſtacles & de la Viteſſe avec laquelle ils ſe meuvent. Nous donnons dans ce Chapitre le nom d'Obſtacles aux Poids qui doivent être mis en mouvement; nous y comprenons

prenons aussi toutes les Pressions & les Tractions des Puissances vivantes, au défaut desquelles on peut suppléer par des Poids qui produiroient le même effet.

§. 248. On donne le nom de *Centre de Gravité* à un certain point dans le Corps, où il peut être de tous côtés en équilibre, lorsqu'il repose dessus, ou qu'il y est suspendu.

On a coutume de concevoir toute la Pesanteur d'un Corps dans ce seul Centre, sans qu'il y ait aucune Pesanteur dans toutes les autres parties. Soit le Cube ABFECDGH; qu'on conçoive une ligne tirée de A en G, & de E en D, elles se couperont reciproquement en un point, au milieu du Cube: Qu'on conçoive ensuite, que la Pesanteur de toutes les parties tombe sur ce point, le Corps aura bien alors la même Pesanteur qu'il avoit paravant, mais elle se placera toute dans ce point, de sorte que ce point étant soutenu, ou suspendu à quelque chose, toute la Pesanteur du Corps sera aussi soutenuë ou suspenduë. Ce Centre de Pesanteur tend par consequent à tomber en-bas en ligne perpendiculaire à l'Horison, de la même maniere que toutes les autres Pesanteurs. Si l'on soûtient ce point, ou si on l'appuie à quelque endroit de cette ligne perpendiculaire, on soûtient alors tout le Corps; mais dès qu'on cesse d'appuier ce point, le Corps cesse aussi dès lors d'être soûtenu, & il faut nécessairement qu'il tombe, & qu'il s'affaisse d'autant plus, que ce point tombe davantage en-bas. Pl. I. Fig. 12.

Soit le Plan incliné AB, situé sur l'Horison BC, qu'on mette sur ce Plan le Corps S, dont le Centre de Pesanteur soit S, d'où en tirant la perpendiculaire SP, on trouvera qu'elle passe par le point P du Corps où il touche le Plan AB, ce qui soûtient de cette maniere le Poids du Corps S, de sorte qu'il ne peut tomber en se renversant, mais seulement glisser en-bas le long du Plan AB. Supposons le Globe R, dont le Centre de Pesanteur soit D, ce Globe touche le Plan AB au point E; mais la ligne perpendiculaire, tirée de D sur l'Horison, est DG, laquelle fait voir que le Globe n'est pas appuyé sur cette ligne du Plan, ainsi le Corps doit culbuter vers K, & tombera de cette maniere en-bas en se renversant ou en roulant sur le Plan. Il en est de même à l'égard du Corps T, dont le Centre de Pesanteur est O, duquel on tire la ligne perpendiculaire ON, qui n'est soutenuë en aucun endroit par la surface, en sorte que le Corps devra aussi culbuter, & tomber par consequent de L en B tout en roulant de la même maniere que le Globe, mais pourtant sans glisser comme le Corps S. Pl. II. Fig. 9.

§. 249. On peut aussi concevoir, comment ces petits Hommes de bois, dont les mains se jettent en avant & tiennent une grande Scie, peuvent se tenir fermes sur deux petits pivots fichés dans leurs pieds: on a fait à la Scie un fil de Métal, avec une petite boule de plomb au-dessous, & courbé en-dedans: cela fait que le Centre de Pesanteur a une direction, qui passe par les petits pivots des pieds, le Centre même étant plus bas que les pieds, de sorte que tout le petit Homme est soûtenu,

pourvu ſeulement qu'il ſoit poſé ſur ſes petits pivots. On fait auſſi d'autres ſortes de petits Hommes de bois, qui ſe tiennent ſur un pied, & qui ont à côté de leur Corps deux fils d'archal, qui ſe jettent en-dehors & ſont courbés vers en-bas : aux extrémités de ces fils ſe trouvent deux petites boules de plomb, qui font encore que le Centre de Peſanteur paſſe perpendiculairement par le pied ; & de cette maniere cette petite Statuë peut ſe tenir ferme ſur ſes pieds, & être tournée ſans tomber à la renverſe.

Pl. V. Fig. 6. Pl. V. Fig. 7. §. 250. On fait un double Cone de bois, comme ABDC, & on le met ſur deux Lignes, EF, EG, qui vont ſe rendre enſemble en E, mais qui ſont éloignées l'une de l'autre en F & en G, & ſont élevées au-deſſus de l'Horiſon proche de F & de G. Ce Cone placé proche de E, paroît monter de lui-même en-haut vers F & G, quoiqu'il tombe en effet, parce que ſon Centre de Peſanteur s'affaiſſe. Pour bien comprendre ceci, que AG repreſente l'Horiſon, AF une des Lignes ſur quoi ſe meut le Cone dont la hauteur ſoit FG, que B ſoit le ſommet d'un Cone, duquel une ligne, tirée par l'autre ſommet, paſſe par le Centre de Peſanteur. Que BK ſoit la grandeur du demi Diamétre égal à GS, & plus grand que GF; qu'on tire de B les lignes droites BS & BF, parce que BS eſt paralléle à l'Horiſon, le Corps qui vient de B juſqu'en F, s'affaiſſera de la longueur de la ligne SF, car le point B n'a pas été porté dans la ligne BS, mais en BF, & ainſi il s'eſt affaiſſé ; c'eſt pourquoi le Cone qui parcourt la ligne AF vers FG, s'affaiſſe véritablement, & culbute en tombant.

Pl. V*. Fig. 8. §. 251. Ces remarques ſur le Centre de Peſanteur ſont d'une grande utilité dans la Méchanique, il y a auſſi un pareil Centre de Peſanteur dans deux Corps joints l'un à l'autre, ou dans un plus grand nombre : Suppoſons, par exemple, une ligne roide AB, ſon Centre de Peſanteur eſt dans le milieu ſur C : Qu'il y ait aux deux extrémités deux Corps de même grandeur comme A & B, leur centre de Peſanteur reſtera en C ; ſi ils avancent tous deux avec une égale vîteſſe vers C, ou ſi ils s'éloignent de C, ce Centre de Peſanteur C continuera de reſter en repos ou au même endroit. Mais ſi A & B s'approchent l'un de l'autre, ou ſi ils s'en éloignent avec des vîteſſes inégales, alors C ne reſtera pas en repos ; car C doit reſter toujours au milieu entre A & B. Soient deux Corps inégaux, comme D & E, joints enſemble par la ligne DE, le Centre de Peſanteur ſera en C, quand la diſtance DC eſt à CE comme la Peſanteur E eſt à celle de D : ſi donc on ſoûtient cette ligne en C, les deux Corps reſteront en repos & en équilibre, & ils pourront même y reſter toujours, & être tournés ſans tomber, autour du point C.

Pl. V*. Fig. 9.

Pl. V*. Fig. 10. §. 252. Soient les trois Corps H, K, L, on pourra trouver le Centre de Peſanteur de la maniere ſuivante. Qu'on joigne H & K par une ligne droite HK, & qu'on cherche le Centre de Peſanteur M, en poſant M en cet endroit, que HM ſoit à MK comme la Peſanteur de K eſt à H, on doit alors concevoir que toute la Peſanteur de ces deux Corps réſide en M, en

M, en ſorte qu'il ne leur en reſte point du tout : Qu'on tire la ligne droite M L, & qu'on la diviſe en C, afin que L C ſoit à C M comme la Peſanteur en M eſt à L, alors C ſera le Centre de Peſanteur de ces trois Corps.

§. 253. On appelle *Centre de Mouvement* un Point, autour duquel un, ou pluſieurs Corps ſont en mouvement.

§. 254. On donne le nom de Balance a une Machine, qui ſert à peſer les Poids des Corps. Elle eſt compoſée d'un Joug ou Fleau A B, qu'on nomme auſſi ſes deux Bras, ſes Diſtances, ou ſes Rayons E A, E B : Le Traverſin ſur lequel la Balance tourne, s'appelle l'Axe ou l'Eſſieu : ED la Chaſſe, GF la Languette où l'Aiguille, H H les Baſſins ou Plateaux. Pl. II. Fig. 10.

§. 255. Pour connoître les proprietés de la Balance, il faut premierement la concevoir comme une Ligne droite Mathématique A A, qui a au milieu l'Axe C, ou le Centre du Mouvement : Si l'on prend de chaque côté de C à des diſtances égales les points D D, E E, A A, & qu'on faſſe mouvoir la ligne A A, alors les points D D & E E, auſſi bien que A A, qui ſont à des diſtances égales de l'Axe, décriront des Arcs égaux, D F = D F, E G = E G, & A K = A K. Tous ces Arcs décrits en même temps, ſont proportionels aux diſtances des points de C, car D F eſt à E G, comme C D à C E ; & D F eſt à A K, comme C D à C A. Ces Arcs décrits ſont les eſpaces parcourus en même temps par les points D, E, A, & ils ſont par conſequent comme les vîteſſes, avec leſquelles ces points ſe meuvent : ainſi les vîteſſes de ces points ſont en même raiſon que leurs diſtances du Centre du Mouvement C. Pl. II. Fig. 11.

§. 256. On dit que la Balance eſt en Equilibre, lorſque les forces du mouvement des Poids, qui ſont ſuſpendus de chaque côté aux bras de la Balance, ſont égaux entr'eux, en ſorte que la Balance reſte en repos.

§. 257. Si l'on ſuſpend de chaque côté à des diſtances égales de l'Axe C, comme en A, A, des Poids égaux comme P, R, ces Poids auront lorſque la Balance ſe mouvra, des forces égales de mouvement ; puiſqu'ils ont la même vîteſſe, auſſi-tôt que la Balance eſt en mouvement : C'eſt pour cela que la Balance doit reſter ſans mouvement, car P pouſſe avec autant de force vers en-bas, & fait effort pour élever R de l'autre côté, que ce Poids R pouſſe ſon point A, & fait effort pour élever le premier Poids P, de ſorte qu'ils reſtent tous deux en repos par une réſiſtance directe. Mais de quelque maniere que cette Balance ſoit poſée, ſoit qu'elle ſe trouve paralléle à l'Horiſon, ou qu'elle ſoit plus ou moins inclinée deſſus, elle ne doit pas laiſſer que de reſter en repos. En effet, ſuppoſons que la Balance ſoit ſur la ligne oblique a C a, & que a a tire de chaque côté perpendiculairement ſur l'Horiſon, les Poids ſuſpendus agiront ſur cette ligne a a. Par conſequent, ſur quelque point de ces lignes que l'on veuille concevoir les Poids P, R, ils agiront de la même maniere. Qu'on conçoive donc P, R ſur les points a, a, ſitués en A A, les diſtances de l'Axe C ſeront les mêmes de part & d'autre, c'eſt-à-dire C a = C a ; car les deux Triangles C a a, C a a, qui ſe Pl. II. Fig. 12.

trouvent de chaque côté, font de même grandeur, puifque les Angles a C a font égaux, & que C a a, C a a font des Angles droits, partant C a = C a. C'eft ainfi qu'on conçoit les Poids P, R commes fufpendus à des diftances égales de l'Axe C, & ils ont par confequent des forces égales de mouvement, ce qui fait que la Balance a C a, qui fe tient de biais, doit refter fans mouvement : les mêmes preuves ont auffi lieu à l'égard de plus grands biais, comme b C b.

§. 258. Les forces du mouvement des Poids font d'autant plus grandes, que les Poids font éloignés de l'Axe : car les forces du mouvement doivent augmenter comme les diftances où les Poids font de l'Axe C, puifque les Arcs décrits en des temps égaux, de même que les vîteffes, avec lefquelles les Poids fe meuvent, augmentent en même raifon que ces diftances, & les forces du mouvement dépendent des vîteffes. On apprend par-là, pourquoi on peut pefer beaucoup plus jufte avec des Balances qui ont de longs Rayons, qu'avec celles qui en ont de courts. C'eft pour cela qu'on a foin que les Balances d'Effai foient faites avec de longs bras.

§. 259. Si l'on fufpend de chaque côté à la Balance, à des diftances
Pl. III. égales du point fixe C, des Poids égaux b, b; c, c : d, d; e, e : f, f;
Fig. 1. g, g : leur forces de mouvement feront égales de part & d'autre, & par confequent en Equilibre fuivant le §. 257, ainfi de quelque maniere qu'on pofe une femblable Balance elle reftera toujours en repos. Si l'on conçoit, que tous ces Poids ne faffent qu'une maffe contigue, mais qu'ils occupent les mêmes places où ils étoient auparavant, il n'arrivera aucun changement à l'égard de l'Equilibre, & on aura de cette maniere l'idée d'une véritable Balance matérielle, quoiqu'elle n'ait ni Baffins, ni Poids. Tout ce que nous avons dit depuis le §. 255 jufqu'au §. 259 aura lieu à l'égard de cette Balance matérielle. Nous continuerons dans la fuite de concevoir une Balance matérielle.

Pl. III. §. 260. Si l'on fufpend aux deux extrémités A, A de la Balance des
Fig. 2. Poids égaux P, R, à des Fils fléxibles, en fuppofant les Bras de la Balance de même longueur, comme C A, A C les forces du mouvement de ces Poids feront toujours égales entr'elles quelle que puiffe être la fituation de la Balance.

Si la Balance eft paralléle à l'Horifon, comme fur A C A, alors les Fils, aufquels les Poids P, R font fufpendus, font des Angles droits avec les Rayons de la Balance, & par-là la ligne de direction de Pefanteur a une diftance de l'Axe, comme C A, C A; mais C A eft égal à C A, & la Pefanteur P eft égale à R, ainfi C A ⋈ P = C A ⋈ R. c'eft-à-dire, que les forces du mouvement font égales de chaque côté de la Balance, de forte que fe trouvant dans cette fituation, elle doit refter fans aucun mouvement.

Suppofons maintenant que la Balance foit fituée de biais comme a C a, alors les Poids feront fufpendus à leurs fils a p, a R, dont l'un paffe par le point B de la Balance précédente, & l'autre étant tiré en-haut, vient auffi

auſſi juſqu'à B. Les Poids p, R, compriment également à quelque point de leurs fils qu'ils ſoient attachés; ainſi on peut les concevoir comme attachés à BB: ſi donc CB eſt égal à CB, les forces du mouvement ſeront encore égales de chaque côté de la Balance, & feront de cette maniere l'Equilibre. Dans les deux Triangles CBa, CB a, les Angles CB a ſont droits: aCB = aCB, & Ca = Ca; c'eſt pourquoi les deux Triangles ſont égaux, & CB = CB. Comme les Poids p, R, n'agiſſent dans cette Balance qui eſt de biais, que comme étant ſuſpendus aux points, B, B, qui ſont plus proches de l'Axe que A, A, les forces du mouvement des Poids ſont plus grandes, & agiſſent davantage ſur la Balance, lorſqu'elle eſt paralléle à l'Horiſon: ils ont d'autant moins de forces de mouvement, que la Balance avec ſes Rayons eſt plus élevée perpendiculairement au-deſſus de l'Horiſon, puiſque les points B, B, s'approchent alors d'autant plus du point d'appui.

§. 261. Mais ſi la Balance ACA eſt chargée à l'une de ſes extrémités d'un plus grand Poids qu'à l'autre, les forces du mouvement de ces Poids ainſi ſuſpendus ſeront inégales; & parce qu'il y a plus de force de mouvement du côté où eſt ſuſpendu le plus peſant Poids, il faut de néceſſité que ce Bras de la Balance tombe en-bas, & que l'autre s'éléve en-haut, & cela juſqu'à ce que la Balance ſoit élevée perpendiculairement à l'Horiſon. Cela ne laiſſera pas d'arriver, quoique la Balance ne ſoit pas beaucoup plus chargée à l'un de ſes côtés qu'à l'autre. On voit par-là, qu'une Balance de cette ſorte faite mathématiquement, ne pourroit ſervir aux uſages ordinaires, puiſqu'on ne peut pas ſçavoir auparavant, lorſqu'on doit peſer la Peſanteur des Corps, combien de Poids on doit avoir dans l'autre Baſſin pour ſervir de contrepoids aux Corps, mais on eſt obligé d'en faire la recherche peu à peu: y en met-on trop peu, le Baſſin ſe renverſera d'un côté, y en met-on trop, l'autre baſſin ſe renverſera auſſi: c'eſt pour cette raiſon qu'il a fallu faire les Balances d'une autre maniere, & les gâter en quelque ſorte, afin qu'on pût mieux s'en ſervir: nous allons donc rechercher comment ſe font les Balances, ce que nous expoſerons en peu de mots. Pl. III. Fig. 2.

§. 262. Soit la Balance ACB, dont le Centre de mouvement, placé au-deſſus de la Balance, ſoit C: ſi l'on ſuſpend de chaque côté à des diſtances égales du point d'arrêt CA, CB, des Poids égaux P & Q, les forces du mouvement ſeront égales, au cas que la Balance ſoit poſée en ligne paralléle à l'Horiſon. Mais ſi on donne à la Balance une poſition comme a o b, le Rayon o b qui eſt élevé deſcendra; parce que la ligne de direction du Poids Q eſt éloigné du Centre de mouvement C, de la longueur de CE, tandis que la ligne de direction du Poids P n'en eſt éloignée que de la longueur de CD. Ainſi, les forces du mouvement de Q ſont plus grandes que celles de P; de ſorte que Q fera baiſſer le Bras o b, & élevera P, juſqu'à ce que la Balance ſoit remiſe en ligne paralléle à l'Horiſon, & que les forces des Poids P & Q ſoient égales entr'elles. Pl. III. Fig. 3.

Voici

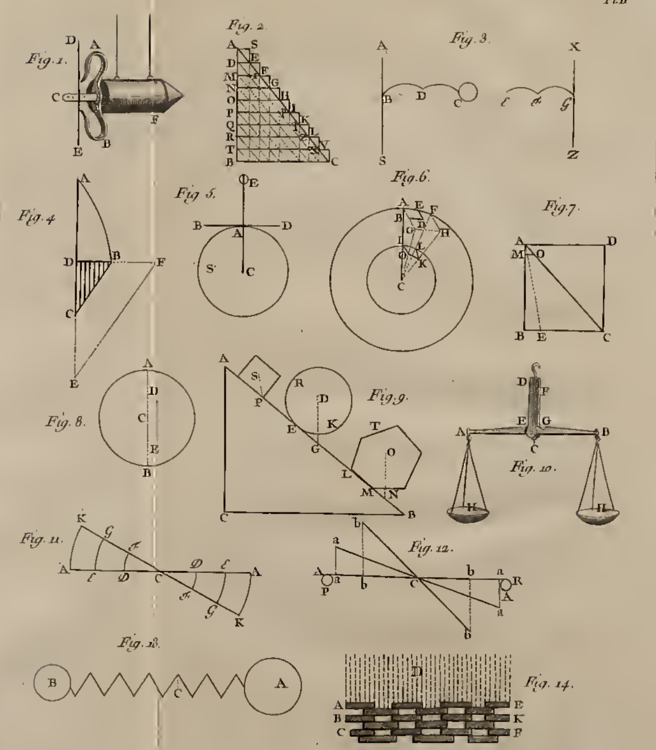
Voici comment on peut démontrer que C E eſt plus grand que C D. Tirez la ligne perpendiculaire C K ſur A B, alors K M ſera égal à C E, & C D = K L. La Balance a b coupe A B en o, voilà donc deux Triangles o M b, o L a à Angles égaux, ainſi o a eſt à o L, comme o b eſt à o M ; mais o a eſt plus petit que o b, de la longueur de o t, & par conſequent o L ſera plus petit que o M, & K L beaucoup plus petit que K M, c'eſt-à-dire, D C beaucoup plus petit que C E.

Pl. III. Fig. 3. §. 263. Si les Poids P & Q, qui ſont ſuſpendus à la Balance précédente §. 262. ſont un peu inégaux, & que le Poids P ſoit plus peſant que Q, le Rayon C a deſcendra, & élevera C b avec le Poids Q, juſqu'à ce que Q en s'éloignant du Centre de mouvement C, reçoive plus de forces, & même autant qu'il lui en faut, pour que les forces du mouvement de Q ſoient égales à celles de P ; ce qui arrivera, ſi $Q \times CE = P \times DC$. La Balance étant ainſi poſée de biais fera connoître, de quel côté eſt le plus grands Poids, & alors elle ne fera aucun balancement, & ne ſe renverſera pas non plus ſur l'une de ſes extrémités, comme celle du §. 261 ; de ſorte qu'une Balance faite de cette maniere ſera beaucoup plus commode pour les uſages qu'on en pourra faire.

La même choſe aura encore lieu, lorſqu'on fera deſcendre le Centre de Peſanteur de la Balance plus bas que n'eſt le Centre de mouvement ; car le Centre de Peſanteur repréſente tout le Corps de la Balance ; de ſorte qu'il n'eſt pas beſoin, qu'on laiſſe déborder au-deſſus de la Balance A B la verge K C, & qu'on prenne le Centre C pour le Centre de mouvement, comme on l'a marqué ici. Mais ſi A B eſt la Balance, il faut que K qui eſt le Centre ſoit le Centre de mouvement. Que l'on faſſe donc en ſorte, que le Centre de Peſanteur ſe trouve ſous A B, proche de Z, & alors le Centre de mouvement ſera comme au-deſſus de la Balance, de la même maniere que dans le cas précédent.

Voici ce qu'il y a à remarquer dans les Balances qui ſont aujourd'hui en uſage. Le Centre de mouvement ou le deſſous de l'Axe, eſt poſé en droite ligne avec les deux extrémités extérieures des Rayons auſquels les Poids ſont ſuſpendus : on fait en ſorte que le Centre de Peſanteur ſoit au-deſſous de l'Axe. Plus les Centres de mouvement & de Peſanteur ſont proche l'un de l'autre, plus auſſi la Balance eſt mobile ; mais plus ils ſe trouvent éloignés l'un de l'autre, plus la Balance eſt immobile.

Pl. III. Fig. 4. §. 264. Si l'on poſe ſur le milieu C de la Balance A B une Verge qui ait quelque Peſanteur, elle n'apportera aucun changement, tandis que la Balance ſera parallèle à l'Horiſon : mais ſi la Balance vient à être panchée, comme a C b, que l'on conçoive une ligne perpendiculaire E F, tirée du Centre de Peſanteur de la Verge en E, la Peſanteur de cette Verge agira alors ſur le Rayon C b, & même ſur le point F, ce qui fera deſcendre le Rayon C b. Pour rendre l'action de cet affaiſſement inutile, il n'y a qu'à mettre de l'autre côté de cette Verge une autre Verge au-deſſous


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.

dessous de la Balance, & y suspendre le Poids K, lequel agit de la même maniere que s'il étoit attaché à L; de sorte que ses forces de mouvement en L font équilibre avec le Poids de la Verge en F, & par-là a C n'est pas moins tiré en-bas par K, que C b est poussé en-bas par la Verge.

Pour empêcher que cette sorte de Verge CK, avec le Poids qui est au-dessous, ne soit un obstacle lorsqu'on pese, on le change en lui donnant la forme de RST, & l'on place cette piéce au milieu sous la Balance, ce qui fait le même effet que la Verge CK avec son Poids. On voit par-là, pourquoi on a donné une pareille figure aux Balances. Le Centre de pesanteur de la Balance s'affaisse aussi par le moyen de RST qui est dessous. Plus la Verge CD est legére, plus aussi RST peut être leger, à quoi il est bon de faire attention, car la pesanteur de CD n'est bonne à rien. Pl. III. Fig. 5.

§. 265. L'Axe de la Balance & la Chasse doivent porter tout le poids qui est suspendu de chaque côté à la Balance, de même que la pesanteur de la Balance même.

§. 266. Nous avons consideré jsuqu'à présent la Balance comme une Ligne ou comme un Corps, qui ne se plie pas; mais on ne connoît aucun Corps de cette nature, puisque le Fer & l'Acier mêmes sont pliables. Par consequent, si l'on suspend aux deux côtés d'une Balance de pesans Poids, ses Rayons s'affaisseront en se courbant, & la Balance ne restera pas absolument droite. Par-là le Centre de mouvement s'éleve un peu en-haut, & la Balance devient plus immobile qu'auparavant. 2°. Quoique l'Axe & la Chasse, dans laquelle tourne l'Axe, soient faits d'Acier bien battu; cependant, comme l'Axe doit finir en pointe, afin que le mouvement soit plus leger, cette pointe entre en quelque sorte dans le métal de la Chasse, & elle y entre d'autant plus profondément, que la Balance est chargée plus pesamment, ce qui la rend encore plus immobile. L'Axe devient aussi obtus par cette pression, il commence à se courber, ce qui contribue encore de nouveau à rendre la Balance immobile. Ainsi, lorsqu'on doit peser des Corps bien pesans, il convient beaucoup mieux de n'en prendre que très-peu à la fois, & de ne peser que de petits Poids; puisque par-là toutes les raisons que nous venons d'alléguer, au sujet de l'immobilité de la Balance, n'auront alors aucun lieu.

3°. On ne doit pas non-plus oublier de bien faire attention, que l'Axe est directement posé de chaque côté au milieu de la Chasse & non de biais; car il y auroit alors une grande immobilité. On apprend de-là, que la Balance est une Machine faite avec art, & dont on doit se servir avec beaucoup de circonspection & d'adresse pour peser juste. Ceux qui ont le mieux écrit sur la Balance, sont Leopold dans son *Theatr. Stat.* p. 1. Leutman dans les Ouvrages de l'Académie de Petersbourg, vol. 2. & Monsieur Désaguliers dans la premiere partie de sa Philosophie expérimentale.

Pl. III. Fig. 6. §. 267. Il y a encore une autre ſorte de Balance, à laquelle on donne le nom de *Peſon* ou *Balance Romaine*; parcequ'elle étoit beaucoup en uſage chez les anciens Romains. Elle eſt connue en Hollande ſous le nom de *Onſel* ou *Unſter*. Elle a la figure de A C B, & eſt compoſée de deux Bras de longueur inégale, comme A C, C B. Cette Balance mérite bien d'être connue, tant à cauſe de ſa commodité, que parcequ'elle eſt aujourd'hui fort en uſage: car à l'aide du Poids P, que l'on place en divers endroits de ſon long Bras, on peut peſer diverſes fortes de Poids, qui ſont dans le Baſſin L.

§. 268. Les Poids P & L, ſuſpendus aux deux côtés de la Balance, ſont en Equilibre, quand leurs peſanteurs multipliées par leurs diſtances de l'Axe C, produiſent deux grandeurs égales, qui ſont les forces du mouvement de ces Poids.

Et de fait, nous avons fait voir au §. 205. que les diſtances du Centre de mouvement C, ſont en raiſon des vîteſſes, avec leſquelles ces extrémités de diſtance ſe meuvent. Or la peſanteur du Corps qui comprime étant multipliée par ſa vîteſſe, donne la force du mouvement de ce Corps, & par conſequent la peſanteur multipliée par la diſtance de C produit la force du mouvement du Poids P ou L. Par conſequent, ſi P ⋊ C P eſt égal à L ⋊ C D, les forces du mouvement ſeront égales de chaque côté, & tout ſera alors en Equilibre.

§. 269. Il y aura donc Equilibre entre les Poids P & L qui pendent à la Balance, ſi P eſt à L, en raiſon inverſe des diſtances de ces Poids à l'Axe C. Car comme P ⋊ P C = L ⋊ D C, lorſqu'on aura rangé ces grandeurs en proportion, on aura P L : : D C. P C.

Pl. III. Fig. 6. §. 270. Ainſi, le même poids P, ſuſpendu à diverſes diſtances du long Rayon A C, pourra être en équilibre avec diverſes maſſes qui ſe trouveront dans le baſſin L; puiſque la force du mouvement de P augmente, à proportion que ſa diſtance de C eſt plus grande. De cette maniere, on peut peſer diverſes maſſes avec un ſeul poids, ce qui eſt une choſe fort commode; car autrement on doit avoir pour une Balance ordinaire autant de poids, que la charge que l'on veut peſer ſe trouve peſante, & il faut ainſi avoir divers poids pour diverſes charges.

Pl. III. Fig. 6. §. 271. L'Axe de la Balance Romaine n'eſt pas obligé de ſupporter d'autre charge que celle des deux poids P & L, cet Axe eſt par conſequent moins comprimé dans ſa chaſſe, ſa pointe ne devient pas ſi obtuſe, & ne ſe recourbe pas comme dans la Balance commune. Voilà la raiſon pourquoi la Romaine reſte mobile, ce qui eſt le ſecond avantage qu'on en retire.

§. 272. On peut comprendre aiſément & expliquer bien des choſes par les principes qui viennent d'être établis. On comprend en effet d'abord, 1. ce que c'eſt que deux autres ſortes de Balances Romaines, outre celle dont on a donné la deſcription: car dans la ſeconde eſpece, on ſuſpend au plus court bras, une maſſe de peſanteur connue, qui, prenant la place du baſſin L, reſte immobile & tient lieu de poids: mais

on fait alors courir le baſſin tout le long du plus long bras A C, on cherche à le mettre en équilibre avec ce grand poids ſur diverſes diſtances : du-reſte elle dépend du même principe, & on comprend ce que c'eſt ſuivant les régles précédentes. La troiſiéme ſorte de Balance Romaine a un poids fermement attaché à une de ſes extrémités, & elle a un baſſin à ſon autre extrémité, mais le centre de mouvement eſt mobile ; de ſorte que le Poids & la Balance peuvent occuper diverſes diſtances de ce centre. On ne ſe ſert pas, & avec raiſon, de cette Balance, parcequ'elle eſt fort incommode à pluſieurs égards.

2°. On comprend auſſi par-là ce que c'eſt que la fauſſe Balance, dont les bras ſont d'une longueur inégale, comme A C B. En effet, ſi A C eſt à C B, comme 5 à 4, en ſuppoſant qu'il y ait un baſſin ſuſpendu à A, & un autre à B, & qu'il y ait alors équilibre, le poids qui pend à A ſera à celui qui pend à B, comme 4 à 5. C'eſt pour cela qu'un Marchand qui vend quelque choſe, place ſon poids dans le baſſin qui ſe trouve ſuſpendu au plus court bras C B, comme pour faire alors bon poids ; mais lorſqu'il achete, il met ſon poids dans le baſſin qui pend au plus long bras A C ; de ſorte qu'il reçoit beaucoup de marchandiſe avec un petit poids. On peut découvrir la tromperie, dès qu'on a trouvé l'équilibre, en ſuſpendant les baſſins a d'autres bras ; car ſi l'équilibre reſte, la balance peut être bonne : mais ſi l'équilibre ne reſte pas, la balance ne vaut rien. Lorſqu'on a une fois découvert, quelle proportion il y a entre les longueurs des bras, on peut tout de même ſe ſervir en toute ſûreté d'une pareille balance, & peſer auſſi juſte avec elle le véritable poids de la charge, que ſi on employoit une bonne balance ; car ſi les longueurs des bras ſont comme 5 à 4, & que l'on mette un poids de 4 livres dans le baſſin qui eſt ſuſpendu au plus long bras, & qu'il y ait dans l'autre baſſin autant de marchandiſe, pour faire équilibre, on aura la valeur de 5 livres ; parcequ'on a beſoin, pour faire équilibre des deux côtés, d'autant de forces de mouvement, c'eſt-à-dire, de diſtances des balances à l'Axe de chaque côté, multipliées par les peſanteurs qui donnent la même grandeur, la peſanteur qui ſe trouvera d'un côté ſera à celle qu'il y aura de l'autre, en raiſon inverſe des diſtances de l'Axe. Pl. II. Fig. 10.

3°. Soit une Balance Romaine A B, dont la peſanteur ſoit connue, & que l'on ſuſpende à l'une de ſes extrémités A, le poids P, dont la peſanteur ſoit auſſi connue, comment trouvera-t-on l'endroit C, où l'Axe doit être placé, afin que la Balance puiſſe reſter toute ſeule avec ſa peſanteur en équilibre avec le poids P ? Pl. V. Fig. 11.

Que l'on cherche premierement dans cette Balance le Centre de peſanteur, que ce Centre ſoit D : on peut donc ſuppoſer, que toute la peſanteur de cette Balance eſt en D : ou bien, en cas qu'il y ait un poids ſuſpendu à D, & que tout ce qui eſt plus avant ſe trouve ſans peſanteur, tirez la ligne A D, & raiſonnez de la maniere ſuivante. Comme la ſomme des deux peſanteurs P & D eſt à la peſanteur D, de même la longueur de la ligne A D eſt à A C ; & voilà de quelle maniere on trouve le

Centre C, ou l'Axe doit être placé. Puisque P×D, D : : AD, AC, on a par consequent P×D — D. D : : AD—AC, AC, c'est-à-dire P, D : : CD, AC, les poids sont ici en raison inverse de leurs distances de C, & ils sont par consequent en équilibre.

Pl. V*. Fig. 12. 4°. On pourra trouver de la même maniere la place C pour le Centre, si l'on a une Romaine AB, dont on connoisse la pesanteur, & aux extrémités de laquelle A & B soient suspendus deux poids inégaux. Il faut premierement chercher le Centre de la pesanteur de la Romaine, que ce Centre soit en D. On doit concevoir que tout le poids de la pesanteur de la Romaine est suspendu ici, & tirer la ligne DB, & raisonner ensuite de cette maniere. Comme la somme des deux poids D×Q à D, ainsi la longueur DB est à BE. Maintenant E seroit le point d'appui, s'il n'y avoit point de poids P, il faut par consequent concevoir que les poids P & Q sont suspendus au point E, & raisonner encore ainsi. Comme les poids P×Q× à D×Q, ainsi la longeur AE à AC, & C sera le point d'appui, auquel cette Romaine étant suspendue par sa pesanteur D, & par celle du poids Q, tiendra en équilibre le poids P.

§. 273. La seconde Machine est connue sous le nom de *Levier*, qui est un Corps long & roide, destiné à mouvoir toute sorte de Corps, à élever de pesans fardeaux & à les soûtenir.

§. 274. On met sous le Levier un Corps, sur lequel il tourne, & qui est comme le Centre de son mouvement : on donne à ce Corps le nom d'*Orgueil* ou d'*Appui*.

§. 275. Pour concevoir plus facilement les proprietés du Levier, il faut premierement le concevoir comme une ligne droite mathématique, qui n'a ni largeur, ni profondeur, ni pesanteur.

Les Méchanistes comptent jusqu'à trois sortes de Leviers. Le Levier de la premiere espece est, lorsqu'on place l'Appui entre le fardeau & la puissance qui doit l'élever, comme C, qui est situé entre l'extrémité A, à laquelle le fardeau est suspendu, & entre B, où l'on met la main. (Pl. III. Fig. 7.)

Pl. III. Fig. 8. La seconde espece est, lorsque l'Appui C est placé à une des extrémités du Levier, la main à l'autre extrémité B, & le poids D en quelqu'endroit du milieu.

Pl. III. Fig. 9. La troisiéme espece est, lorsque l'Appui C est au-dessous d'une des extrémités du Levier, que la puissance qui éleve se trouve au milieu par-dessus, & que le poids D, qui doit être élevé, est suspendu à l'autre extrémité B.

La puissance qui agit à l'aide d'un Levier, est d'ordinaire la main d'un homme ; mais cette action ou cette force peut être comparée avec un poids ; & on peut par consequent concevoir en la même place un poids qui agisse avec autant de force. Qu'un homme tienne fortement une corde, qui passe par-dessus une poulie, & que, tirant de toutes ses forces perpendiculairement en-bas, il éleve un poids de 100 ℔ : il arrivera sûrement, que si le même homme tire aussi fort un Levier dans la

même direction, il fera la même chose que si un poids de 100 ℔ étoit suspendu au Levier en sa place. Ainsi, on peut concevoir ces 100 ℔ suspendues au Levier, toutes les fois qu'on a les forces de cet homme qui tire la corde. Nous commencerons par éxaminer les cas, dans lesquels les directions des poids & des forces qui tirent, agissent perpendiculairement sur les Leviers.

§. 276. La premiere espece de Levier ne différe pas de la Balance commune ou de la Romaine, car le Centre de mouvement C est l'Orgueil, & il est élevé au milieu entre les deux extrémités A & B, ausquelles nous concevons deux poids suspendus, dont l'un P fait équilibre avec D, on peut élever D à l'aide d'une plus grande force de mouvement. Il suffit par consequent de rapporter ici ce que nous avons dit de la Balance commune & de la Romaine aux §. 2, 5, 6, 7, 8, 9, 260, 261. Ainsi la puissance P sera toujours au poids D, comme AC est à CB, pour faire équilibre. On doit rapporter à cette espece de Leviers la Barre ou le Timon, avec lequel on fait agir le Gouvernail d'un Vaisseau. Toute sorte de Tenailles & de Pincettes, les Ciseaux communs & les Mouchettes, au milieu desquelles il y a un clou rivé qui tient lieu d'appui. Pl. III. Fig. 7.

§. 277. Dans la seconde espece de Levier, comme CB, il faut que, pour faire équilibre entre la puissance P qui éleve, & le poids D, P soit à D, comme la longueur CD est à CB. Pl. III. Fig. 8.

En effet, si le Levier se meut sur son appui C, la vîtesse du poids D sera comme sa distance au Centre de mouvement C, ainsi sa force de mouvement sera D ⋊ DC. De même aussi, la vîtesse de la puissance P qui éleve, est comme sa distance CB au Centre de mouvement; c'est pourquoi sa force de mouvement sera P ⋊ CB. Mais comme les forces du mouvement doivent étre égales pour faire équilibre, D ⋊ CD = P ⋊ CB; & en posant ces grandeurs en proportion, on aura D P : : CB. CD.

§. 278. La puissance P peut étre d'autant plus petite, pour soûtenir le poids D, que ce poids est placé proche de l'appui: si on place D à une distance infiniment petite de C, la puissance P pourra etre aussi infiniment petite pour soûtenir D. Ainsi si D est situé tout vis-à-vis & au-dessus de l'Orgueil C, il ne sera plus besoin de la puissance P, pour soûtenir D. Pl. III. Fig. 8.

Les Tranchets d'Apoticaires qui ont à l'un des bouts une charniere & un manche à l'autre, sont de ces sortes de Leviers; car on place le Corps, qui doit etre haché en piéces, en quelqu'endroit du milieu entre le clou rivé & le manche. Lorsqu'on veut déplacer ou lever quelques pierres avec un Levier sans l'aide d'un Orgueil, la terre tient alors lieu d'appui, & la pierre touche en quelqu'endroit le milieu du Levier D; tandis que les mains des Ouvriers sont placées à l'autre extrémité B. Les Leviers que l'on ajuste dans les Vis des presses, peuvent aussi être rapportés en quelque maniere. Il en est de même à l'égard des Rames, avec lesquelles on fait avancer un Bateau, car l'eau sert alors d'appui. On

applique en effet contr'elle un des bouts de la Rame, on fait agir l'autre extrémité avec la main, & au milieu se trouve le bateau, que l'on fait avancer en le pressant, étant alors comme un poids que l'on doit élever.

Pl. III. Fig. 9. §. 279. Pour avoir équilibre entre la puissance qui éleve P & le poids D, à l'aide du Levier de la troisiéme sorte, il faut que P soit au poids D, comme la longueur CB est à CP. Car lorsque ce Levier doit être mis en mouvement, la vîtesse de la puissance P est comme la longueur CP, & la vitesse du poids D comme CB, ainsi les forces du mouvement seront comme $CP \times P$, & $PB \times D$. Celles-ci doivent être égales pour faire équilibre, c'est-à-dire $CP \times P = CB \times D$, & en mettant ces grandeurs en proportion, on aura P D : : CB, CP.

Ceux qui s'appliquent à la Médecine doivent bien comprendre tout ce qui concerne ces Leviers, puisque tous les Os du Corps humain sont autant de Leviers, avec lesquels ils sont attachés aux Muscles qui doivent mouvoir & élever les Os. Les Pincettes communes dont nous nous servons pour le feu sont aussi de semblables Leviers; de même que les Ciseaux avec lesquels les femmes coupent le linge; & enfin ceux des Tondeurs de drap, qui sont attachés par derriere à l'aide d'un anneau à ressort.

§. 280. Si l'on fait bien attention aux forces que l'on peut mettre en œuvre par le moyen du Levier, on pourrra faire voir de quelle maniere on peut mouvoir, élever ou soûtenir, à l'aide de ces mêmes Machines, toute sorte de fardeaux.

Soit une pierre de 2000 ℔, que l'on soit obligé d'élever, on nous donne pour cet effet un Levier de 12 pieds de long, de la seconde espece, & l'homme qui doit mouvoir cette pierre n'a qu'une force de 30 ℔. On demande en quel endroit du Levier on doit mettre la pierre, ou
Pl. III. Fig. 8. quel doit être l'endroit auquel il faut la suspendre? CB est de douze pieds de long, c'est-à-dire, de 144 pouces, ou de 1728 lignes. Le poids D est de 2000 ℔, la puissance P est de 30 ℔. On aura par consequent D, P, : : CB, CD, c'est-à-dire, 2000, 30 : : : 1728, $25\frac{23}{25}$. Si donc le poids D de 2000 ℔ est suspendu au Levier à la distance D de $25\frac{23}{25}$ lignes, c'est-à-dire, 2 pouces, $1\frac{23}{25}$ lignes, la puissance P soûtiendra ce poids, & sera avec lui en équilibre; mais en poussant un peu D proche de C, en sorte que CD soit deux pouces, la force du mouvement de P sera plus grande que celle de D, & alors P élevera le poids D. Lorsqu'Archimede réfléchissoit là-dessus, il s'écrioit, donnez-moi seulement un point fixe hors de la Terre, & je l'enleverai toute hors de sa place. Car en supposant que D représentât la Terre, & P sa main, il auroit voulu mettre P à D en plus grande raison que CD à CB. En effet, un pied cubique de terre pese 100 ℔, ainsi la pesanteur de tout notre Globe sera de 399, 784, 700, 118, 074, 464, 789, 750 ℔. Supposons que la force d'Archimede soit de 200 ℔, alors P sera à D, comme 1 à 199. 892. 350 059 037 232 399 $8\frac{3}{4}$. C'est pourquoi CD devroit être à CB comme

comme 1 à 19989235005903723239987 $\frac{1}{4}$. Ainsi CB étant divisé en autant de parties que ce dernier nombre, & la terre étant suspendue sur la premiere division, Archimede l'auroit arrêté en P; mais comme la Terre est placée un peu plus près de C, il auroit pu l'élever.

§. 281. Si le Levier AB, situé parallélement à l'Horison sur deux Orgueils en A, B, a sur lui en quelqu'endroit du milieu le poids D, l'action de l'Orgueil B sera à celle de A, pour le soûtenir, comme AD est à DB. Pl. III. Fig. 10.

En effet, si au-lieu de l'Orgueil B on employe une main qui arrête le poids avec le Levier AB, elle fait alors la même chose que l'Orgueil; mais la force requise dans la main est au poids D, comme AD est à AB. En supposant aussi à la place de l'Orgueil A une main qui arrête le Levier avec le poids, la force de cette main devra être à D, comme BD à BA. Ainsi la force de la main B est à celle de A, comme AD à BD, & par consequent l'action des Orgueils, pour soûtenir ces Leviers, sont de B à A, comme AD est à BD.

§. 282. Il paroît par-là, que si deux hommes A & B portent le poids D, suspendu au Levier AB, quelle que soit la portion portée par chacun d'eux; suivant le précédent §. 281. la portion que B porte, est à celle que A porte, comme AD est à DB. Si AD est à DB comme 2 à 3, & que le poids D soit de 50 ℔, B porte 20 ℔, & A porte 30 ℔. Pl. III. Fig. 11.

On peut par consequent attacher au Levier AB un poids de telle maniere, qu'un enfant & le fort Samson en porteroient chacun une partie, qui sera proportionnelle à leurs forces. Que Samson soit 100 fois plus fort que l'enfant: que AB soit divisé en 101 parties; que A soit Samson, B l'enfant, & D le poids; que BD soit de 100 parties, & AD d'une partie; alors AD est à DB comme 1 à 100, & par consequent la force requise de B est à celle de A, comme 1 à 100. Si donc le poids est suspendu au point D, chacun d'eux en portera une partie proportionnelle à leurs forces.

§. 283. Si l'on attache divers poids, comme D, f, G, à divers points d'un Levier qui soit appuyé sur ses Orgueils A, B; on pourra sçavoir, quelle doit être la charge de chacun de ces Orgueils, si l'on vient à trouver en quel endroit est situé le Centre de la pesanteur de ces trois poids. Si donc ce Centre est K, & qu'on en tire LK, perpendiculairement sur l'Horison, & qui tombe sur le Levier, l'action de l'Orgueil B devra être alors à celle de A comme AL à BL. Qu'on cherche premierement le centre de la pesanteur des deux poids D & f, en tirant de chaque centre de pesanteur la ligne droite Df, & la divisant en e, en sorte que le poids f soit à D, comme De est à ef; maintenant e sera le Centre de la pesanteur de ces deux poids; en sorte qu'il faut concevoir que ces deux poids sont suspendus à e. Qu'on tire donc une ligne droite eG jusqu'au Centre de pesanteur dans le poids G, & qu'on divise cette ligne eG en K, en sorte que GK soit à Ke, comme le poids en e est à G. Si donc K est le Centre de la pesanteur de tous les poids, qu'on fasse Pl. III. Fig. 12.

tomber

tomber perpendiculairement ſur l'Horiſon la ligne K L, qui paſſe par le Levier en L, & alors tous les poids agiſſent, comme repoſans ſur ce point L. De ſorte que l'action de l'Orgueil B, qui ſoûtient les poids, doit être à celle de l'Orgueil A, qui les ſoûtient auſſi, comme la longueur A L eſt à B L.

Pl. III. Fig 13. §. 284. Soit le Levier A C, ſitué obliquement ſur l'Horiſon, dont l'extrémité C repoſe ſur l'Orgueil, tandis que l'autre extrémité A eſt ſoûtenue par la puiſſance P, & que le poids D ſoit ſitué en quelqu'endroit du milieu : on demande quelle doit être la force de P à l'égard de la peſanteur de D, pour pouvoir ſoûtenir le poids D ?

Il faut tirer du Centre de mouvement C la ligne C B, paralléle à l'Horiſon, la peſanteur D agit toujours en ligne perpendiculaire ſur l'Horiſon : ainſi la ligne de peſanteur ſera éloignée du Centre de mouvement de la diſtance de C B ; mais la puiſſance P eſt éloignée de ce même Centre de la diſtance C A ; de ſorte que P devra être au poids D, pour l'arrêter avec le Levier, comme la longueur C B eſt à C A. Lorſque la puiſſance P aura élevé plus haut le Levier C A, le poids D décrira l'Arc D S ; mais dès que le poids ſera parvenu juſqu'à E, il agira dans la ligne E F, & ſa diſtance de l'Orgueil C ſera ſeulement égale à C F ; c'eſt pourquoi P pourra être plus petit pour faire équilibre, ou il devra moins agir, lorſque le Levier ſera élevé à cette hauteur : P devra auſſi toujours agir d'autant moins, que C A ſera élevé plus haut ; de ſorte que le Levier paſſant par le point G, le poids D agira ſelon la ligne G H, comme en H, & aura une plus petite diſtance C H, tandis que P pourra être auſſi plus petit.

Pl. III. Fig 14. §. 285. Si l'on ſuppoſe trois Leviers, A O, C O, F O joints enſemble en O, & que le poids ſoit ſur O : après qu'on aura tiré A C, C F, A F, prolongez O F en G, C O en E, A O en B, la puiſſance F ſera, à l'égard du poids O, comme G O eſt à G F, & la puiſſance A ſera à O, comme B O eſt à B A, & la puiſſance C ſera à O, comme E O eſt à E C.

En effet, ſi la puiſſance F éleve, à l'aide du Levier F O, le poids O, le mouvement circulaire ſe fera autour de la ligne A C, & par conſequent G eſt le Centre de mouvement à l'égard du Levier F O. Ce Levier appartient à la ſeconde eſpece ; c'eſt pourquoi F ſera à O : : G O, G F. De même la puiſſance C, qui éleve le Levier C O, tournera autour de la ligne A F ; en ſorte que le Centre du mouvement de ce Levier C O eſt en E ; ainſi c'eſt un Levier de la ſeconde ſorte, & C eſt à O : : E O, E C. Il en eſt de même à l'égard de la puiſſance A, laquelle, en élevant ſon Levier A O, tourne autour de la ligne C F, & a par conſequent ſon Centre de mouvement en B ; de ſorte que A eſt à O : : B O, B A.

Pl. III. Fig 15. §. 286. Soit le Levier A C B, qui ſoit tiré par les deux puiſſances R & P, avec des directions obliques ſur le Levier, comme ſont R A, B P ; on pourra alors déterminer les forces de R & de P, après qu'on aura tiré du Centre de mouvement C la perpendiculaire ſur la ligne de direction, c'eſt-à-

c'eſt-à-dire CD, CE; car il faudra, pour faire équilibre, que P ſoit à R, comme la longueur CD eſt à CE.

Les puiſſances P & R, qui tirent les cordes ou les perches PB & AR, agiſſent avec une force égale, quel que ſoit le point de ces cordes ou perches auquel elles ſoient placées. C'eſt pourquoi on peut concevoir, que P ſe trouve placé en E, & R en D; de cette maniere, leur vraye diſtance du Centre de mouvement C eſt égale à CE, & à CD. Mais comme on ſuppoſe que leurs forces de mouvement ſont égales, il faut que P placé en E, ſoit à R ſitué en D, comme CD eſt à CE.

C'eſt ainſi qu'on peut déterminer toutes les actions obliques ſur le Levier.

§. 287. Soit le Levier AC, dont le Centre de mouvement eſt C, que les deux puiſſances R & P ſoient attachées à l'autre extrémité A, & qu'elles tirent à elles l'une contre l'autre le Levier avec des directions obliques RA, AP; on demande quelle doit être alors la force des puiſſances R & P, pour reſter en équilibre? Pl. III. Fig. 16.

Il faut tirer du Centre de mouvement C les deux lignes CP, CR, perpendiculaires ſur la direction de ces puiſſances; & parce que ces puiſſances agiſſent également, quel que ſoit le point de traction où elles ſe trouvent placées en AR, & AP, on pourra concevoir la puiſſance R placée au point R, & la puiſſance P ſituée au point P, & alors elles ſeront l'une & l'autre à leur vraye diſtance du Centre de mouvement C. Comme ces deux puiſſances ſont en équilibre, & qu'elles agiſſent à un même Levier RCP, il faut que P ſoit à R, comme RC eſt à CP.

§. 288. Suppoſons le Levier AC, qui ſoit tiré par les deux Puiſſances P & D, ſuivant les directions AP, ED: ces deux Puiſſances ſeront en équilibre, lorſqu'après avoir tiré les lignes CD, CA perpendiculaires ſur les directions, la force de D ſera à P, comme CA à CD. Pl. IV. Fig. 1.

Cette propoſition eſt d'une grande utilité lorſqu'on veut ſçavoir avec quelle force les muſcles agiſſent pour mettre en mouvement les os de notre Corps. Suppoſons en effet que CA ſoit le bras d'un homme, & que A ſoit la main qui leve le poids P: le muſcle triangulaire, qui doit lever tout le bras, agit obliquement ſur le bras auquel il eſt attaché, comme DE, y ayant depuis l'os de l'épaule, qui eſt le Centre de mouvement, la longueur de la ligne CD, qui eſt égale au demi-Diamétre de l'os: la diſtance eſt quelquefois égale à tout le demi-Diamétre, ou à une longueur approchante; par conſequent la force de ce muſcle doit être au poids P, comme CA à CD. On trouve dans divers Squelettes CA à CD, comme 25 à $\frac{1}{4}$, quelquefois comme 25 à 1 $\frac{1}{2}$; car on doit quelquefois prendre ou le demi Diamétre, ou le Diamétre entier, ou une longueur approchante, ſelon que le bras eſt plus ou moins levé, nous prendrons $\frac{4}{5}$. Que le poids P ſoit de 30 ℔. par conſequent la force du muſcle triangulaire devra être de 937 ℔. pour ſoutenir le poids P qui n'eſt que de 30 ℔. On peut conſulter le Traité du célébre

Jean Alphonse Borelli, touchant les mouvemens des Animaux, pour tout ce qui concerne les différentes forces de muscles.

Pl. IV. Fig. 2. §. 289. Que l'on prenne un Levier courbe comme A C B, aux extrémités duquel A & B il y ait deux Puissances qui tirent R & O, & qui agissent suivant les directions A R, B O : que l'on tire du Centre de mouvement C les lignes perpendiculaires C D, C E sur les lignes de direction, il faudra que pour faire Equilibre, la Puissance en O soit à celle de R, comme C D est à C E, ce qui peut être demontré de la même maniere que les propositions précédentes.

Pl. IV. Fig. 3. §. 290. Si l'on prend un Levier qui ait un angle droit, comme A C B, sur lequel les Puissances S & P agissent en ligne perpendiculaire, il faudra pour conserver l'équilibre, que S soit à P, comme A C à B C, car la vraie distance, où se trouvent ces Puissances qui agissent au Centre de mouvement, est A C & C B.

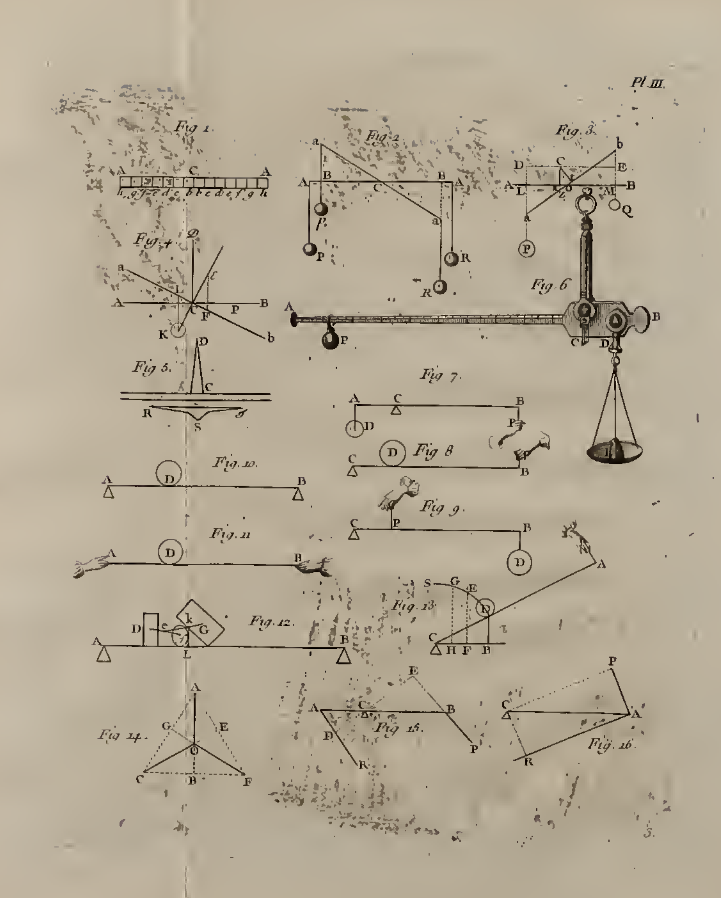
Pl. IV. Fig. 4. §. 291. La *Poulie* est une sorte de Rouë D O F E, qui tourne autour de son Essieu ; il passe autour de cette rouë une corde P D O F E B, à laquelle on applique d'ordinaire la Puissance qui agit, on y attache aussi le poids qui doit être mu. Cette Machine sert à changer les directions des Puissances qui agissent, ou à augmenter leurs forces de mouvement, pour mouvoir ou lever toute sorte de poids.

§. 292. Si la Poulie D O F E tourne seulement autour de son Axe C, mais que du reste elle soit attachée dans son Echarpe A au Croc U ; & qu'autour de la Rouë tourne la corde P D O E B, à l'une des extrémités de laquelle soit suspendu le poids P, tandis que la Puissance B qui donne le mouvement agit à l'autre extrémité, B devra alors avoir la même force que P, afin que B soit en équilibre avec P.

Supposons que B soit en équilibre avec P, tout sera alors en repos. La partie inférieure de la Poulie D H E ne fait rien, c'est pourquoi on peut ne la pas compter : la partie supérieure de la Poulie ne fait autre chose, que soûtenir la corde qui passe par-dessus ; c'est pourquoi si on arrête la corde en D & E, il n'arrivera encore aucun changement : on peut donc aussi alors ne pas compter la partie supérieure de la Poulie D O E, sans qu'il se fasse aucun changement ou mouvement, puisque les cordes sont arrêtées en D & E ; mais il reste une Balance à bras égaux D C E, laquelle doit avoir de chaque côté des forces mouvantes, qui soient égales, pour rester en équilibre, & parce que le bras C D est = C E, la Puissance B doit aussi être = P.

Cette même démonstration a lieu, quelle que soit la direction avec laquelle la Puissance B puisse tirer, soit que cela se fasse suivant la direction G F, H O, ou suivant quelque autre direction : car en coupant la partie inférieure de la Poulie D H E F, laquelle est inutile, & en coupant aussi la partie supérieure D O F, il ne reste qu'un Levier courbe D C F, qui a des bras égaux, ausquels agissent en angles droits les Puissances P & G, de sorte que, puisque C D est = C F, P doit être aussi = G, & il faut aussi par consequent que P soit = H.

On


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.

On voit par là, que la même Puiſſance B étant une fois en équilibre avec P, gardera toujours cet équilibre, quelle que ſoit la direction ſuivant laquelle elle puiſſe tirer. C'eſt en cela que conſiſte l'avantage d'une Poulie fixe.

§. 293. Si la Poulie peut non ſeulement tourner autour de ſon Axe, mais encore être muë librement en-haut & en-bas; & ſi l'on ſuſpend au Croc de ſon Echarpe le poids P, lequel doive être mis en mouvement: ſi l'on ſuppoſe encore que les extrémités de la corde KE & DB, qui paſſe autour de la Poulie, ſoient paralléles, & que le bout K ſoit auſſi arrêté en K, il ſera alors néceſſaire pour qu'il y ait équilibre entre la Puiſſance B qui tire & le poids P, que B ſoit la moitié de P, ou comme EC eſt à ED; & cette ſorte de Poulie peut être rangée dans la claſſe des Leviers de la ſeconde ſorte. En effet, puiſque la partie ſupérieure de la Poulie DHE n'agit pas, on peut la concevoir comme inutile & comme coupée: la partie inférieure de la Poulie DME ne fait autre choſe, que ſoûtenir la corde: quand même on arrêteroit la corde D en E, il n'arriveroit aucun changement, quoique l'on rejettât la partie inférieure DME de la Poulie; mais il reſteroit alors la ligne droite DCE, dont le Centre de mouvement eſt E, lequel eſt ſoûtenu par la corde EK; du milieu C eſt ſuſpendu le poids P à CA, & la Puiſſance qui leve ce poids avec la corde DB agit à l'extrémité D. Nous avons donc ici un Levier de la ſeconde eſpece, de ſorte que la Puiſſance B doit être à l'égard du poids P, comme EC eſt à ED; mais EC n'eſt qu'un demi-Diamétre, ED eſt un Diamétre entier, & ils ſont par conſequent l'un à l'autre comme 1 à 2. Pl. IV. Fig. 5.

On peut auſſi concevoir la Poulie d'une autre maniere, qui eſt d'un uſage plus commode dans celles qui ſont compoſées. Si la Puiſſance eſt appliquée à la corde BD en B, & que la Poulie ſoit élevée avec le poids P à la hauteur de EK, cette Puiſſance parcourra deux fois l'eſpace de EK, car les cordes DB & EK ont parcouru ces lignes & s'en ſont éloignées; on donne donc à la Puiſſance B une vîteſſe double de celle du poids P: mais les forces de mouvement ſont B ⋈ 2 EK, & P ⋈ EK, & elles ſont égales l'une à l'autre lorſqu'il y a équilibre: par conſequent, cela étant mis en proportion, on a B. P : : EK. 2 EK, de ſorte que B n'eſt que la moitié de P.

§. 294. Nous avons vû à préſent ce qui eſt néceſſaire pour faire Equilibre, lorſque la Puiſſance qui leve un poids ſe ſert pour cet effet de cordes paralléles: mais ſuppoſons, que ces cordes ne ſoient pas paralléles, comme LM, EK; alors la Puiſſance tirante L ſera requiſe, pour faire équilibre avec P, comme CE eſt à EM, lorſque EM tombe perpendiculairement ſur LM, qui eſt la ligne de direction: mais EM eſt plus petit que ED, il faut donc que la force L ſoit d'autant plus grande que n'étoit auparavant la force B, que DE ſurpaſſe DM. On peut aiſément déterminer, à l'aide de cette régle générale, de combien cette force doit être plus grande.

Pl. V*. Fig. 13. Comme deux fois la Tangente de l'Angle, formé par la corde & l'Horison, est à deux fois la Sécante du même Angle; ainsi la grandeur du poids, qui est suspendu à la Poulie, est aux deux puissances prises ensemble, qui tiennent la corde. Supposons que les deux Puissances, A & C tirent suivant les directions A F, C F, & que la poulie D soit chargée du poids F, qui y est suspendu; qu'on tire une ligne paralléle à l'Horison A C, & sur elle une ligne perpendiculaire P B, laquelle passe par le Centre de la poulie; qu'on tire encore une autre ligne paralléle à cette derniere, qui vienne jusqu'au point d'attouchement G, comme G H, & enfin encore une autre D E, qui soit paralléle à A C.

La puissance, qui arrête la poulie D avec le poids P qui y est suspendu, agissant suivant la direction C G, est à la puissance qui produit le même effet, mais lorsqu'elle agit suivant la direction G H, comme C G à G H. Le Triangle D E F est semblable à H G C: par consequent C G est à G H :: E F, F D. Que l'on conçoive à présent, que E soit le Centre, & que E D soit le demi-Diamétre d'un Cercle, D F sera alors la Tangente de l'Angle D E F, & E F la Sécante: Et comme D F répresente le poids P, E F, la puissance qui tire, le poids sera à une puissance qui tire, comme la Tangente de l'Angle, que fait la corde avec l'Horison, est à sa Sécante.

§. 295. La plûpart des poulies sont mal faites pour la commodité, car pour qu'une poulie soit bonne, il faut que son Essieu soit fixe dans la Roue, & qu'elle tourne en même temps avec son Essieu dans le trou de son Echarpe: de cette maniere, elle tourne bien rondement, & sans être cahotée; & quoiqu'elle vienne à s'user, elle ne laisse pas de tourner toujours rondement: mais lorsqu'on perce la Roue, & qu'on fait tourner la poulie sur une Goujon, qui est ferme dans l'Echarpe, il faut de nécessité qu'elle ait un peu de jeu, & il est alors impossible qu'elle puisse jamais tourner rondement, mais elle doit être cahotée: plus elle s'use, plus aussi le mouvement inégal & le cahot augmentent, & c'est pour cela que ces poulies ne valent rien.

§. 296. Il faut qu'il y ait une corde qui tourne autour des poulies, & qui puisse se courber autour d'elles. Toutes les cordes ont une certaine roideur, plus ou moins grande, selon leur épaisseur, & cette roideur fait beaucoup de résistance. La corde doit se courber d'autant moins vîte, que la poulie est plus grande, ce qui est cause qu'il y a aussi moins de résistance, de sorte que les grandes poulies sont meilleures que les petites. Je m'étendrai nn peu davantage dans la suite sur la roideur des cordes.

Le Tour ou le Vindas est une grande Roue, ou Tambour, au travers du quel on a fiché un Essieu ou Cilindre, qui tient ferme, & avec lequel la Roue tourne. Cette Machine est destinée à isser de gros fardeaux, qui sont attachés à une corde, laquelle est tournée autour de l'Essieu. La puissance qui agit est appliquée à la grande Roue ou Tambour, & de différentes manieres.

§. 298.

§. 298. Que la grande Rouë ou Tambour du Tour ſoit A F B, l'Eſſieu DE, le Centre commun de mouvement en C, que la corde D P ſoit tournée autour de l'Eſſieu, & que le poids P ſoit attaché à cette corde. Que la Puiſſance qui agit ſoit appliquée à la grande Rouë, ou à B, ou à la corde B M en M, il faudra que, pour faire équilibre, cette Puiſſance ſoit à l'égard du poids P, comme le demi-Diamétre de l'Eſſieu D C eſt au demi-Diamétre de la Rouë C B : & on aura comme un Levier de la premiere ſorte D C B, dont le Centre de mouvement eſt C. Pl. IV. Fig. 6.

La direction du poids P a une diſtance au Centre de mouvement, qui eſt D C : la diſtance de la direction de la Puiſſance au même Centre eſt C B. Les vîteſſes avec leſquelles & le Poids & la Puiſſance ſont mis en mouvement, ſont comme ces diſtances C D & C B; c'eſt pourquoi les forces de mouvement ſont P ⋊ D C, & M ⋊ C B. Il faut, pour qu'il y ait équilibre, que ces forces de mouvement ſoient égales, ainſi P ſera à M, comme C B eſt à D C.

§. 299. Si l'Eſſieu D C E ſe trouve plus mince, mais la Rouë A F B plus grande, une plus petite Puiſſance pourra alors iſſer le même poids P, car la Puiſſance M eſt exprimée par le demi-Diamétre D C. Ou bien, ſi l'Eſſieu conſervant toujours ſa même épaiſſeur, la Rouë A F B devenoit plus grande, une plus petite Puiſſance pourra auſſi lever le poids P : Qu'elle devienne plus grande, juſqu'à ce que le demi-Diamétre ſoit C N, parce que C B ⋊ M doit être égale à C N ⋊ μ : car les forces de mouvement doivent ſeulement reſter les mêmes, alors M ſera à μ, comme C N eſt à C B; c'eſt pourquoi les forces de la Puiſſance doivent être d'autant plus petites, que le demi-Diamétre de la Rouë augmente davantage.

§. 300. Si une Puiſſance qui tire perd continuellement ſes forces, & qu'elle ſoit obligée de ſurmonter une réſiſtance qui eſt toujours également grande, elle doit être appliquée à un Tour fait de telle maniere, que ſa Rouë ſoit très petite dans le commencement de l'action, & que ſon Diamétre augmente toujours en même proportion de la perte de ſes forces.

On a eu égard à cela dans les Montres communes, qui ſe meuvent par la traction d'un Reſſort d'acier enveloppé. Car lorſqu'un Reſſort eſt d'abord enveloppé, il agit avec plus de force, mais il agit enſuite plus foiblement à meſure qu'il ſe débande davantage : la réſiſtance des Rouës dans la Montre reſte la même. C'eſt pour cette raiſon qu'on fait une Fuſée de figure conique B F E, laquelle tourne autour de l'Axe B A, & qui a en-bas en E une Rouë dentelée, qui fait tourner toutes les Rouës. On enveloppe cette Fuſée d'une chaine de telle maniere que, quand le Reſſort S qui vient d'être bandé, tire avec plus de force, la Chaine ſe trouve en-haut près de B, qui eſt l'extrémité la plus mince de la Fuſée, de ſorte que la Puiſſance du Reſſort S doit alors être à la réſiſtance des Rouës, comme le demi-Diamétre de la Rouë inférieure E A, eſt au demi-Diamétre, qui eſt en cet endroit de la Fuſée KL. Lorſque le Reſ- Pl. V*. Fig. 14.

fort s'eſt déja beaucoup débandé, & qu'il a moins de force, la Chaine eſt en F, de ſorte que la force du Reſſort F doit étre ici à la réſiſtance en E, comme E A eſt au demi-Diamétre F O de la Fuſée, qui ſe trouve en cet endroit.

Pl. IV. Fig. 6. §. 301. La ligne de direction, tant de la Force mouvante, qui eſt appliquée au Tour, que du mobile P, peut étre variée de diverſes manieres, ſans que pour cela la proportion, néceſſaire pour l'équilibre entre la Puiſſance & le fardeau, en ſoit altérée. Que l'on ſuppoſe en effet, que la Puiſſance G tire la corde F G, il faudra que cette Puiſſance G ſoit auſſi grande, pour lever le poids P, que M l'étoit auparavant. En tirant du Centre de mouvement la ligne C F, elle eſt la vraye diſtance de la force G au Centre de mouvement C; mais C F eſt égal à C B, parce qu'ils ſont les demi-Diamétres de la même Rouë, de ſorte que la force de G devra étre auſſi grande, que M l'étoit, pour faire équilibre avec P.

§. 302. Il y a certains Tours, ſur ou dedans leſquels on fait marcher des Hommes & des animaux, qui par leur peſanteur ſur le Tambour, font lever le fardeau qui eſt ſuſpendu à l'Eſſieu. Voici de quelle maniere on pourra concevoir leurs forces de mouvement. Que A F B ſoit le même Tambour, mais concave; qu'on faſſe marcher un Homme dedans, (c'eſt la même choſe, ſi l'on employe pour cet effet des Animaux, comme des Chevaux, des Chiens, &c,) qui faſſe effort pour s'avancer vers H, K, S, B: lorſqu'il ſera arrivé en H, la ligne de ſa peſanteur ſera en H O, & il agira par conſequent, comme ſi il étoit ſuſpendu au point O, dont la diſtance au Centre de mouvement eſt C O; c'eſt pourquoi il faut que pour faire équilibre avec P, les forces de mouvement de l'Homme ſoient égales à celles du poids P. Que l'on nomme la peſanteur de l'Homme H, les forces de mouvemeut égales ſeront $H \times CO = P \times DC$; & ceci étant mis en proportion, on aura H, à P :: D C, C O. Si l'Homme s'avance davantage juſques en K, il agira par ſa peſanteur dans la direction de la peſanteur K E, & de cette maniere il ſera ſuſpendu comme au point E, étant plus éloigné qu'auparavant du Centre de mouvement C, c'eſt pourquoi il pourra alors par ſa peſanteur lever un plus grand poids P: Si il s'avance encore davantage juſques en S, il agira dans la direction de la peſanteur Q S, & il ſera pour cette raiſon comme ſuſpendu au point Q, qui eſt encore plus éloigné de C, c'eſt pourquoi il pourra par ſa peſanteur lever un fardeau encore plus peſant P qu'auparavant. Si il peut maintenant s'avancer davantage comme juſqu'en B, il ſe trouvera à la diſtance la plus éloignée de C, où il puiſſe parvenir, & il levera alors le fardeau le plus peſant qu'il lui eſt poſſible de lever. On a en divers endroits des Rouës, ſur leſquelles des Hommes & des Animaux peuvent marcher en dehors, & les preſſer de cette maniere, ce qui ne fait aucune différence pour comprendre l'action. On a coutume de ficher des Anſpects ou Barres dans la Rouë A F B, afin que les Hommes puiſſent la tourner plus facilement. On fiche ces Barres de deux manieres. La premiere de ces manieres eſt, qu'elles ſoient comme des Rayons allongés

gés de la Rouë, ainsi qu'on les a marqués à la Fig. 8. Lorsque les Ouvriers agissent à l'aide de ces Barres, c'est comme si la Rouë en étoit d'autant plus grande, de sorte que son demi-Diamétre est la distance au Centre de mouvement jusques à l'endroit sur lequel ils appliquent la main. Il se trouve en Hollande plusieurs Grues, qui sont faites de cette maniere. Mais on fiche aussi ces Barres de travers dans la Rouë, de sorte qu'elles sont posées perpendiculairement sur le plan de la Rouë, aussi près du bord extérieur qu'il est possible; ce qui se fait de cette maniere, afin que l'Ouvrier tenant ferme une Barre avec ses deux mains, puisse y être comme suspendu, & faire tourner ainsi la Rouë par la pesanteur de son Corps: c'est ce qui est le moins en usage, mais on trouve pourtant en Nord-Hollande de semblables Vindas; de cette maniere, la Puissance qui tire reste dans la même distance, sçavoir le demi-Diamétre de la Rouë à son Centre de mouvement. Plusieurs Machines peuvent être rapportées à celle-là. On se contente souvent de prendre un Cilindre, dans lequel on fiche des Barres pour le tourner: tels sont sur les Vaisseaux les Cabestans, avec lesquels on leve les Ancres; ils sont debout: on s'en sert sur les plus petits Vaisseaux pour isser les Voiles, & ils sont d'ordinaire paralléles à l'Horison. Il paroît d'abord, que la Puissance appliquée à une Barre fichée dans le Cilindre, est précisément la même que si elle étoit appliquée à une Barre de la Rouë, car la Rouë ne fait pas autre chose que ce que font les Barres, mais on conçoit qu'il y en a un nombre infini dans une Rouë.

§. 303. On doit aussi rapporter ici une espece d'Instrument à corde, que l'on nomme *Funiculaire*, & dont Messieurs. Perrault & Varignon ont donné la description. Je n'en donnerai ici qu'une legére ébauche, d'autant plus que cette Machine ne trouvera pas beaucoup d'Approbateurs, & qu'elle est sujette à divers inconvéniens que j'ai découvert dans un petit modéle. DE est une corde bien tenduë, qui fait un tour autour de l'Axe BC, de sorte que quand on tourne l'Axe suivant le rang qu'occupent ces Lettres BHC, il faut que la Rouë s'éleve en-haut, & qu'elle Pl. IV. tombe en-bas demeurant appliquée à la Corde BE, lorsqu'on tourne Fig. 7. l'Axe suivant CHB. Il passe autour de l'Axe BC une autre corde plus en-dedans, CP, à laquelle est suspendu le poids P: il y a autour de l'Axe une grande Rouë faite en maniere de Poulie ANS, autour de laquelle passe une corde, qui est tenuë & tirée par la Puissance M; lorsqu'on met cette Machine en mouvement, le centre de mouvement se trouve en B, où B touche la corde EBD, de sorte que les distances du poids P, & de la Puissance M, sont CB & AB: c'est pourquoi la force de M doit être à P, comme CB est à BA. Monsieur Desaguliers a fait voir les incommodités de cette Machine dans les Transf. Philos. N°. 412.

§. 304. Les Rouës dentelées avec leurs Pignons ou Lanternes ne different pas beaucoup des Vindas, & doivent être pour cette raison considerées de la même maniere. On verra sans peine, comment la Puissance qui agit doit etre à l'égard du poids, comme il paroîtra clairement par

cet

cet exemple. Que R C A soit un Essieu, autour duquel on entortille la
Pl IV. Fig. 8. corde A P, à laquelle est attaché le poids P de 30 lb. Que D B G soit une Rouë dentelée, posée autour de l'Essieu précédent : que le demi-Diametre C B de cette Rouë soit six fois plus grand que le demi-Diametre de l'Essieu C A, pour cette raison un poids de 5 lb, suspendu à la dent B, sera en équilibre avec P, qui est de 30 lb. Soit le Pignon E, dont les dents reçoivent celles de la Rouë D B G, alors les dents du Pignon E seront pressées par le poids P, avec une force de 5 lb ; car cette force agit de cette maniere sur la dent B. Supposons maintenant, que le demi-Diametre de ce Pignon E soit E B, qui est une cinquiéme partie du Diametre E M de l'autre Rouë avec ses Barres, il y aura donc alors une Puissance en M, laquelle ayant la force d'une lb, arrêtera le poids de 5 lb. en B, & retiendra aussi de cette maniere le poids P de 30 lb. qui est suspendu à l'Essieu C A.

C'est ainsi qu'on doit concevoir les Crics, & plusieurs autres Machines sèmblables avec des Rouës dentelées.

§. 305. On pourra aussi déterminer à l'aide de ces mêmes principes, quelles sont les Rouës avec lesquelles un chariot peut être tiré plus commodément, lorsqu'il est posé sur des Rouës hautes ou basses, & qu'il doit être tiré par un chemin raboteux.

Pl. IV. Fig. 9. La ligne H H représente le chemin : B D l'inégalité du chemin, par lequel les Rouës doivent être tirées : K Z X B est la grande Rouë, L y O r la petite Rouë, qui heurtent l'une & l'autre contre D B. On conçoit que les cordes, avec lesquelles elles sont tirées, passent par les Essieux C & I, & dans une direction paralléle à l'Horison, comme C F, I G. Tout le poids, qui se trouve sur le chariot, presse les Essieux, & est par consequent en C ou en I, qui sont les centres de ces Rouës agissant également dans la ligne de direction C A, ou I K. Lorsque ces Rouës sont mises en mouvement, elles tournent sur le point B de la hauteur B D, qui est par consequent le centre de mouvement. Qu'on tire des Essieux C & I des lignes droites jusques sur le centre de mouvement B, & on aura C B, I B, qui représentent deux Leviers, ausquels les puissances tirantes F & G se trouvent attachées ; mais parce que ces Puissances agissent par des directions obliques sur les Leviers, il faut tirer du point B des lignes perpendiculaires sur C F & I G, qui sont B O, & B E : pour avoir la vraye distance des lignes de direction du centre de mouvement B, il faut aussi tirer de la même maniere des lignes perpendiculaires sur C A & I K, qui sont B A & B S ; on peut donc concevoir, que les poids reposans sur les Essieux, sont sur les points A & S : On aura de cette maniere deux Leviers, A B E, pour la grande Rouë, & S B O, pour la petite Rouë, de sorte que la charge est suspenduë aux extrémités A & S, & que les puissances tirantes se trouvent en O & en E ; c'estpourquoi la Puissance F sera à A, comme A B est à B E & la Puissance G au poids S, comme S B est à B O : mais B E est égal à C A, qui est le Sinus de l'Angle C B A, & B A le Sinus de l'Angle B C A : de même que B O est égal à I S, & celui-ci est le

Sinus

Sinus de l'Angle IBS, & BS le Sinus de l'Angle BIS : Maintenant, parce que l'Angle aigu CBA est plus grand que IBS, & que BCA est plus petit que BIS, le Sinus de CA à AB aura une plus grande proportion, que IS à SB : si par consequent les Puissances F & G ont des forces égales, la force du mouvement de F, en CA, aura une plus grande raison au poids en AB, que n'a G en IS au poids en SB, par consequent la Puissance F transportera plus aisément la grande Rouë au-delà de l'inégalité DB, que la puissance G ne transportera la petite Rouë.

Le poids de la Rouë qui est suspendu en A sera toujours à la puissance tirante F, au-delà de l'inégalité DB, comme le Sinus de l'Angle, qui est fait par une ligne tirée de l'Essieu C jusqu'à l'inégalité B, par une ligne paralléle à l'Horison, tirée du même point B, qui est BA, est au Cosinus du même Angle, c'est-à-dire, comme AC est à AB.

§. 306. La difficulté qu'a la Rouë pour se transporter au-delà des inégalités augmente en plus grande proportion, que n'est la hauteur des inégalités. En effet, ces hauteurs pq, BD sont comme le Sinus verse, Kr, KS du Cosinus de l'Angle d'inclination au-lieu que la puissance est au poids, comme le Cosinus est au Sinus de l'Angle d'inclination, dont la proportion augmente plus vîte que celle du Sinus verse.

§. 307. Il suit à présent de là, que si l'inégalité VT est aussi haute que le demi-Diametre de la Rouë KI, la puissance G, quelque grande qu'elle puisse être, ne pourra jamais tirer la Rouë dans la direction IG : puisque SB venant à augmenter, BO devient plus petit, & perd sur la fin toute sa grandeur ; mais la même puissance F, qui tire la grande Rouë XZ, pourra encore la transporter au-delà de VT, puisqu'elle doit seulement être à l'égard du poids, comme Vm, à Vn.

§. 308. Les puissances G & F doivent d'abord employer leur plus grande force, lorsqu'elles commencent à lever les Rouës ; mais aussi-tôt que la puissance G a un peu levé la Rouë yLr, c'est alors que diminuë la longueur du Levier BS, auquel le poids est suspendu, & BO auquel la puissance tire, devient plus grand. Puisque BS devient continuellement plus petit, & qu'il s'anéantit même sur la fin, il paroît clairement que la puissance G tirant continuellement, éleve plus facilement le fardeau de la Rouë.

§. 309 Il y a encore d'autres raisons pour lesquelles une grande Rouë est tirée beaucoup plus facilement qu'une petite. 1°. Parce que le frottement sur l'Essieu d'une grande Rouë est à celui d'une petite Rouë comme le Diamétre de la petite Rouë est à celui de la grande Rouë.

2°. La petite Rouë s'enfonce plus profondément dans les petites inégalités du chemin, que la grande Rouë, & elle doit être par consequent élevée plus haut.

3°. Lorsque la terre est humide, il faut que les deux Rouës qui sont également chargées, fassent aussi sortir de l'Orniere la même quantité de terre ; mais il faut pour cela, que la petite Rouë s'enfonce dans la terre plus profondément que la grande Rouë, & elle doit être par consequent soulevée plus haut que la grande Rouë.

§. 310. Comme le frottement des Rouës sur leurs Essieux est fort grand, & comme on ne peut tirer pour cette raison un chariot pesamment chargé qu'avec beaucoup de peine, on a pensé, si on ne pourroit pas inventer une Machine, qui fût faite de telle maniere, qu'il n'y eût absolument aucun frottement. C'est ce qu'on a trouvé en posant à terre, dans un endroit uni, deux Rouleaux, & en mettant sur ces Rouleaux ou des Planches, ou le Fardeau même, lorsqu'il a une surface égale & unie; car ce fardeau étant poussé, il fait bien rouler les Rouleaux, mais sans frottement contre la terre ou contre le fardeau; & c'est de cette maniere qu'un cheval peut tirer une pesante caisse, qui peseroit 8000℔, comme cela se pratique dans nos Moulins à Calandres, au lieu qu'un cheval ne pourroit tirer autrement qu'avec beaucoup de peine un chariot, que l'on auroit chargé de 2000℔.

§. 311. On donne le nom de *Coin* à tous les Corps qui ont une base ou le dos épais, & qui sont aigus ou pointus par devant. On se sert de ces sortes de Corps, lorsqu'il est question de couper, séparer, percer, fendre, hacher, ou lever d'autres Corps.

Pl. IV. Fig. 10. §. 312. On distingue deux sortes de Coins, un simple & un double. Le Coin simple est comme un Triangle rectangle A C B, dont la base AB est appellée la longueur: B C est la hauteur ou le dos du Coin.

Pl. IV. Fig. 11. Le Coin double A C D est fait de deux Coins simples A C E, A E D, qui sont joints ensemble par l'application de leurs longueurs A E l'une contre l'autre.

§. 313. Les Puissances, que l'on employe pour les Coins sont ou les pressions, ou les percussions. Lorsqu'un Charpentier veut percer du bois, il presse avec sa poitrine sur le Coin; lorsque nous coupons quelque chose avec un Couteau, nous ne faisons que presser. Mais nous frappons aussi sur le Coin avec un Marteau: on coupe le bois à coups de Hache. Les Corps, que l'on sépare les uns des autres à l'aide du Coin, sont aussi de différentes sortes. Quelques-uns se fendent, & la fente s'avance devant le Coin, comme cela arrive à l'égard des bois durs qui se fendent aisément: mais il s'en trouve d'autres, dont la fente ne s'étend pas au-delà de l'endroit où le Coin pénetre, comme cela se remarque lorsqu'on désunit du Liége, du bois humide, ou quelque métal à l'aide du Coin.

§. 314. Lorsqu'un Corps ne se fend pas en avant, mais qu'il ne fait que se désunir par le moyen du Coin, la pression qui agit sur le dos du Coin, doit être à la résistance des parties qui se désunissent, comme la hauteur du Coin est à sa longueur, c'est-à-dire, comme B C est à B A.

Pl. IV. Fig. 10. La cohésion des parties produit leur résistance contre le tranchant du Coin: cette cohésion est la même, que si les parties étoient pressées l'une contre l'autre par un poids; car les parties d'un Corps, qui se sont jointes ensemble, peuvent tenir l'une à l'autre aussi fortement, que si elles étoient separées, & qu'elles fussent pressées l'une sur l'autre par un poids de 100℔. Par conséquent, au-lieu de se représenter la cohésion des parties, on peut les concevoir comme pressées par un poids, qui produise

le

le même effet, de sorte que nous donnerons à la résistance le nom du poids. Concevons donc un Mur A γ, contre lequel le poids X s'appuye, mais qui s'éleve de lui-même autant que le Coin fait lever le poids : Que la Puissance qui presse soit P; sur le dos du Coin BC, qui le fasse avancer de B vers A, jusqu'à ce que le tranchant A arrive en β, & que le dos BC parvienne en A γ. Le poids sera donc alors monté de A jusques en γ. C'est pourquoi la vîtesse de la Puissance sera AB & celle du poids BC. Maintenant si leurs forces de mouvement sont égales, c'est-à-dire, P $\times$ AB $=$ X $\times$ BC, alors P sera à X, comme BC est à AB.

§. 315. Par conséquent, plus AB est long, la hauteur BC restant toujours la même : ou bien, plus BC est petit, AB restant aussi le même, plus petite devra être la force de P pour lever le poids X. Il n'y a aucune différence dans cette régle, soit que le Coin soit simple ou qu'il soit double.

On comprend par-là quelle est la nature de tous les Couteaux, des Epées, des Poignards, des Cizeaux, des Villebrequins, des Cloux, &c; car ils ne sont tous que des Coins, qui pénétrent d'autant plus facilement dans les autres Corps & divisent leurs parties, qu'ils sont ou plus aigus ou plus pointus. Cela nous apprend aussi, de quelle maniere divers poisons agissent sur nos Corps, comment ils les coupent & les rongent, entant qu'ils sont comme autant de Lancettes, de Poignards, ou de pareils Instrumens pointus. Tels sont le Mercure sublimé, l'Arsenic, l'Eau forte, l'Esprit de Sel marin, l'Huile de Vitriol, les Diamans pilés, le Verre, &c.

Il nous reste à examiner la Puissance qui est requise pour agir sur le dos du Coin, lorsqu'on veut fendre une piéce de bois, dont la fente s'étend en avant; cela demande plus d'attention, comme l'a démontré le très célébre Monsieur s'Gravesande.

§. 316. Que l'on conçoive une piéce de bois, déja fenduë en la maniere de EFL, laquelle doive être encore fenduë d'avantage à l'aide du Coin ACB. Lorsqu'on enfoncera le Coin plus avant dans la fente EFL, les points E & L venant à s'affaisser plus profondément, diviseront encore davantage l'Angle EFL de la fente. Supposons que le Coin s'enfonce de la longueur de Dd, & qu'il soit alors en abc, le point E se trouvera en e, & L en l : de sorte que la ligne de la fente EF aura décrit le Triangle EFe, & la ligne Ll le Triangle LFl lesquels Triangles sont tous deux égaux. Si donc on tire ef, paralléle à EF, & F, paralléle à eE on aura le parallélogramme EefF, qui est égal aux deux Triangles eEF, & lLF pris ensemble ; par consequent les mouvemens des deux lignes de la fente sont égaux au parallélogramme EefF, c'est-à-dire, au mouvement de la ligne EF sur Ee. Par consequent, la ligne Ee fait voir, jusqu'à quel point les parties du bois sont séparées l'une de l'autre ; c'est-à-dire, que Ee représente la résistance qui a été mise en mouvement contre le Coin ; que nous avons supposé auparavant être le poids X. Le Coin est à présent descendu avec son tranchant C jusques en c. Si donc on tire la ligne Cg paralléle à eE, elle sera aussi égale à Ee; puisqu'il faut pour faire équili- Pl. V *. Fig. 15.

 bre,

bre, que les forces du mouvement du bois & de la puissance qui presse soient égales, il faut aussi que P ⋈ C c = X ⋈ C g, je nomme X la résistance du bois, comme j'ai fait ci-dessus à l'égard du poids : de sorte qu'après avoir posé cela en proportion, X sera à P : : C c, C g ; c'est-à-dire, la résistance du bois sera à la puissance qui le fend, comme C c est à C g. Pour déterminer encore ces proportions un peu autrement, il est bon de faire attention, que le point E a décrit l'Arc d'un cercle dont le centre est F, & le demi-Diamétre E F : si E e est un petit Arc, qui ne différe pas d'une ligne droite, E e sera posé perpendiculairement sur E F ; il en est de même à l'égard de C g, parce qu'il est paralléle à E e. Qu'on mene par le tranchant du Coin la ligne c C D jusques sur le dos A B, & qu'on tire de D la ligne D H, perpendiculaire sur E F ou paralléle à C g, le Triangle D H C sera alors semblable au Triangle C g c ; de sorte que c C. C g : : D C, D H : mais X est à P : : C c. C g : : D C. D H, c'est-à-dire, la résistance du bois sera à la puissance qui le fend, comme la hauteur du Coin est à une ligne tirée du milieu du dos perpendiculairement sur la fente, mais posée sur le côté du Coin.

Pl. I V. Fig. 12. §. 317. Le *Plan Incliné* est une Surface A C, qui panche vers l'Horison A B.

§. 318. Supposons qu'il y ait sur le plan Incliné A C un Corps pesant K, qui soit retenu par la puissance P, dont la direction est K P paralléle à A C, la puissance P devra étre alors à la pesanteur du Corps, comme la hauteur B C du plan Incliné est à la longueur C A de ce méme plan.

Que le Corps K soit une boule ou un cilindre, il ne restera pas en repos avant que la ligne P K passe par le centre de pesanteur K, car ce centre représente tout le Corps, lequel est arrété par la puissance P. Que l'on tire de ce centre K la ligne droite K D, où la Boule touche la surface A C, & qu'on tire ensuite de K, la ligne dans laquelle la pesanteur agit, c'est-à-dire, K e G, perpendiculairement sur l'Horison : comme la boule, venant à se mouvoir, ou en montant ou en descendant, tourneroit sur le point D, ce point sera le centre de mouvement, duquel il faut tirer la ligne perpendiculaire D e sur la ligne de pesanteur K e f G ; il s'en formera donc un Levier K D e de la premiere sorte, dont les bras seront K D, D e, & l'Appui D ; Or parce que la surface C A est une Tangente de la boule, & qu'on a tiré K D du centre, K D sera alors posé perpendiculairement sur A C, & sur K P, parce qu'ils sont tous deux paralléles : comme la pesanteur de K, qui est concuë en e, agit perpendiculairement sur D e, la puissance P qui est appliquée au bras K D du Levier, sera à la pesanteur de K, qui est suspendu au bras D e, comme D e est à D K ; mais les Triangles D K e, & C B A sont semblables ; de sorte que D e, D K : : B C, C A, c'est pourquoi P est à K : : C B. C A c'est-à-dire, comme la hauteur du plan incliné est à la longueur de ce même plan.

Pl. I V. Fig. 12. §. 319. Si la Puissance O tire le poids K avec une direction paralléle à la base B A, O devra être à K, pour l'arreter, comme C B, qui est la hauteur du plan incliné, est à B A, qui est la longueur de sa base.

En

En effet, tout étant conçu de la même maniere qu'au §. 318, que l'on tire la ligne DI, perpendiculairement sur la ligne de direction KO, on aura alors le Levier I D e, auquel agissent la Puissance & le poids K, de sorte qu'il faut pour faire équilibre, que O soit à K, comme e D est à DI, ou KI à DI. Mais le Triangle KID est semblable à CBA, & KI, ID : : CB. BA; de sorte que la puissance O doit être au poids K, comme la hauteur du plan incliné CB, est à la longueur de sa base BA.

§. 320. On voit clairement, que si la puissance P tire avec diverses directions de P vers O, & de plus en plus vers en-bas, elle agit continuellement comme à un plus petit Levier, au-lieu que cependant le poids K ne cesse d'agir au même Levier D e.

§. 321. Plus le Levier, auquel la puissance P est appliquée, devient petit, plus sa puissance doit être grande pour soûtenir P, de sorte que la puissance P doit être plus petite lorsque la traction PK est paralléle à la surface CA.

Car, si la puissance P, en changeant sa direction précédente, se rend vers Q, & tire dans la direction QKqR, il faut tirer de D sur cette direction la perpendiculaire D q, & le Levier sera q D e; de sorte que la puissance Q doit être alors à K, comme e D est à D q: mais D q est plus petite que DK, puisque le côté DK du Triangle rectangle D K q est opposé à l'Angle droit; pour cette raison la puissance placée en Q, qui tire à un plus petit Levier, que celle qui est placée en P, devra être plus grande que celle qui se trouve située en P. Si la puissance qui tire parvient jusqu'à S, en sorte que G K e S soit une même ligne, S devra soûtenir toute la pesanteur du Corps K: car S agit au même point e du Levier D e, que le poids K, & il faut par conséquent que S soit aussi grand que K, ou qu'il agisse avec la même force que K. Il suit donc de-là, que plus la hauteur B C du plan incliné est petite, plus la puissance P peut être petite pour soûtenir le poids K. Si par consequent C B avoit une hauteur infiniment petite, la puissance P devroit être aussi infiniment petite, pour arréter le poids K dans la direction P K.

§. 322. On peut déterminer par une Regle générale quelle doit être la grandeur de la puissance P, pour arréter ou soûtenir sur le plan incliné A C B le poids K. *Comme le Sinus de l'Angle, que forme le Plan Incliné avec l'Horison, est au Cosinus de l'Angle, qui est formé par la Puissance qui tire & par le Plan Incliné, de même doit être la Puissance au poids.* Pl. IV*. Fig. 16.

Le poids K est arrété sur le plan incliné A C par P dans la direction P L. Que l'on tire du point d'attouchement T la ligne perpendiculaire T Z sur P L, & qu'on mene du centre de pesanteur K la perpendiculaire K N Q E sur l'Horison, & qu'on tire de T sur cette derniere la perpendiculaire TN, on pourra alors concevoir le poids suspendu en N; c'est-pourquoi il faudra que P soit à K : : N T, T Z, c'est-à-dire, comme le Sinus de l'Angle du plan incliné est au Sinus du Complément de la traction: car le Triangle A Q E est semblable à Q T K; par conséquent, comme le rayon est à Q E, qui est le Sinus du plan incliné, de même

KQ à QT ou KT à NT; mais LKT, KZT font auffi deux Triangles femblables, LT eft le Sinus du complément de la traction, ou de l'Angle LKT, qui forme un Angle droit avec KLT, ainfi le Rayon LK eft à LT, comme KT à TZ; par confequent, les Sinus NT, TZ font du même cercle KT, l'un eft celui de l'Angle du plan incliné, & l'autre eft celui du complément de l'Angle de traction avec le plan incliné; & la Puiffance eft au poids dans cette raifon.

§. 323. On donne le nom de *Vis* à un cordon ou Arrête, entortillé de haut en-bas autour d'un cilindre, de maniere qu'il y a par tout une diftance égale entre chaque pas de la Vis: on lui donne le nom de Vis extérieure; mais fi la canelure eft creufée de la même maniere en rond dans une concavité, on l'appelle alors *Matrice* ou *Ecrou.* Ce cordon a une bafe platte qui tient au cilindre, il finit en-dehors en pointe, & eft auffi quelquefois par tout de la même épaiffeur: on donne au premier le nom de Vis triangulaire, & au dernier celui de Vis quarrée.

§. 324. Pour fe fervir de cette Machine, on doit toujours avoir deux Vis qui tournent l'une dans l'autre, la Vis extérieure dans l'Ecrou; & il faut alors que l'une des deux refte ferme, tandis que l'autre tourne autour d'elle: il n'importe que ce foit l'une ou l'autre qui foit ferme.

§. 325. On employe la Vis pour lever des Corps pefans, pour en preffer d'autres, & auffi pour les mettre en mouvement. Les Vis triangulaires font ordinairement faites de bois, mais les quarrées ne fervent que pour le métal: ces dernieres font plus fortes, moins fujettes au frottement, & comme elles s'engagent l'une dans l'autre plus aifément, elles s'ufent auffi moins, c'eft-à-dire, qu'elles durent plus long-temps.

§. 326. Si une Puiffance tourne une Vis autour d'une autre, avec une direction paralléle à la bafe du cilindre, cette Puiffance devra être alors au poids, qui eft pofé fur la Vis, & qui doit être mu, comme la diftance entre deux canelures fituées l'une près de l'autre, eft à la circonférence du cercle de la Bafe.

Pl. V *. Fig. 16. En effet, l'Helice n'eft autre chofe qu'un plan incliné AC, entortillé autour d'un cilindre. La Puiffance, qui tourne la Vis avec une direction paralléle à la bafe, fait la même chofe que la Puiffance P, qui pouffe le plan incliné AC dans la direction BA, & qui fait lever de cette maniere le poids X. Nous avons vu au §. 314, que la puiffance P devoit être alors à X, comme CB eft à BA. Dans ce cas CB eft la diftance entr'deux canelures fituées l'une proche de l'autre, comme BA eft la circonférence du cercle de la bafe.

§. 327. Lorfque le Cilindre conferve toute fa groffeur, & que le pas de la Vis eft plus petit: ou lorfque le pas de la Vis refte le même, tandis que la groffeur du Cilindre augmente; la puiffance qui tourne la Vis, pour faire lever le poids, pourra être alors plus petite.

§. 328. On fait auffi des Vis doubles & même des triples, qui font compofées de trois différens cordons entortillés autour du même Noyau. Ces fortes de Vis vont fort vîte, & leurs Canelures font fituées loin l'une

de

de l'autre ; c'eſt pourquoi on a peu de force lorſqu'on s'en ſert, & on ne doit les mettre en uſage, que lorſqu'il eſt queſtion de lever fort vîte un petit poids, ou lorſqu'on ne doit pas preſſer beaucoup. C'eſt pour cette raiſon que les preſſes des Imprimeurs ont de pareilles Vis doubles

§. 329. On a coutume de ficher un Levier dans la tête de la Vis, ou de l'attacher autour de cette même tête, pour faire tourner la Vis plus facilement ; & afin de pouvoir employer plus de forces. Lorſqu'une puiſſance, appliquée à ce Levier, tourne la Vis, en ligne paralléle à ſa baſe, il faut qu'elle ſoit au poids, comme la diſtance entre deux canelures ſituées proche l'une de l'autre, eſt à la circonférence du Cercle que décrit la puiſſance avec ſon Levier. En effet, dès que la puiſſance a décrit un Cercle, ſa vîteſſe eſt comme cet eſpace, au-lieu que le poids n'a parcouru, en montant, que la diſtance de deux canelures. Maintenant ſi les forces de mouvement ſont égales, il faut auſſi que le produit de la puiſſance P avec ſa vîteſſe, ſoit auſſi grand que le poids X avec ſa vîteſſe. C'eſt-à-dire P ſera à X, comme la diſtance de deux canelures eſt à la circonférence du Cercle décrit par le Levier.

§. 330. Ainſi plus le Levier eſt long, plus la puiſſance peut être petite pour le lever.

§. 331. On ſe ſert ordinairement de Vis pour preſſer ; & comme il faut toujours que deux Vis tournent réciproquement l'une dans l'autre, il faut auſſi qu'elles ſe touchent toutes deux en une grande ſurface, ce qui rend le frottement fort grand. Comme la diſtance de deux canelures n'eſt pas conſiderable, le plan incliné l'eſt auſſi fort peu ; de ſorte que la force du poids qui eſt levé, ou la force élaſtique du Corps qui eſt preſſé, ne peut pas agir aſſez pour faire lâcher la Vis, ce qui eſt cauſe que la preſſe ou la Vis continue de reſter d'elle-même dans l'etat où on l'avoit miſe, quoiqu'on n'ait fait autre choſe que la tourner dans ſon Écrou.

§. 332. On remarque dans toutes ces Machines, que plus la puiſſance reçoit de forces à l'aide de la Machine, plus auſſi elle employe de temps pour iſſer la Charge ; mais moins elle reçoit de forces, plus vîte auſſi eſt-elle miſe en mouvement. De ſorte que ſi une puiſſance peut lever 100 ℔. dans l'eſpace d'une minute par le moyen d'une Machine, elle pourra lever 200 ℔. dans le temps de deux minutes : il n'importe par le moyen de quelle Machine elle le fait, elle ne pourra jamais lever plus de 200 ℔. dans le temps de deux minutes, & 6000 ℔. dans l'eſpace d'une heure.

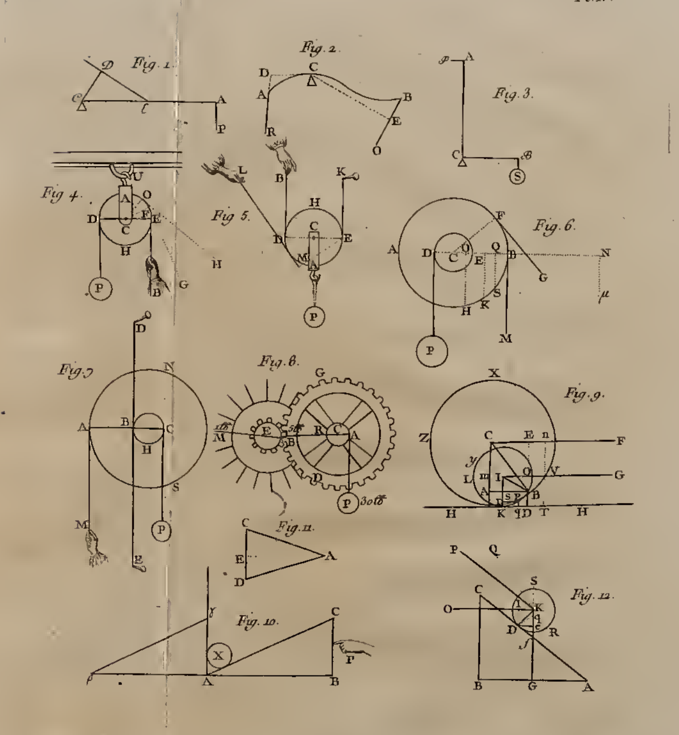
§. 333. Après avoir éxaminé les principales Machines ſimples, nous allons auſſi conſiderer en peu de mots quelques-unes de celles qui ſont compoſées, pour donner ſeulement une introduction à cette Science. On employe ces Machines compoſées, ſoit dans les occaſions où l'on ne recevroit pas aſſez de forces à l'aide des Machines ſimples ; ſoit parcequ'elles devroient être trop grande, & que l'on ne pourroit les placer commodément ; ſoit afin de pouvoir faire travailler plus de monde à la fois.

fois. Lorsqu'on veut retirer un Pilotis qui a été enfoncé dans la terre, & que l'on veut se servir pour cet effet d'un Levier, on ne pourra y employer que deux ou trois hommes à la fois, car un plus grand nombre d'Ouvriers ne feroient que s'embarrasser l'un l'autre. C'est pour cette raison qu'on attache à l'extrémité du Levier une corde avec une ou plusieurs poulies, & après avoir arrêté l'un des bouts de la corde, qui passe autour de la poulie, tandis que l'on tourne l'autre bout autour d'un Vindas, on pourra y faire travailler 8 ou 10 hommes à la fois, qui employeront de cette maniere beaucoup plus de forces; de sorte que le Pilotis ne manquera pas d'être tiré hors de terre, quoiqu'il y tienne fortement. Lorsqu'on doit lever fort haut une très-pesante pierre, en bâtissant des Tours ou des Eglises, il n'est pas possible de le faire à l'aide d'un Levier, que l'on n'employe que pour lever un peu certains fardeaux. On ne peut pas non plus y réüssir par le moyen d'une ou de plusieurs poulies, parce qu'on ne pourroit faire tirer la corde que par un trop petit nombre d'Ouvriers. Le Vindas vaudroit beaucoup mieux; mais en l'employant tout seul, il faudroit se servir pour cet effet de trop grosses roües, ausquelles on devroit faire travailler des hommes; & c'est pour cela qu'on employe dans cette occasion des poulies & des Vindas ensemble, dont on forme une sorte de Machine; de sorte qu'à l'aide de petites roües ou des barres fichées dans le Vindas, on peut alors lever la pierre. S'agit-il de tirer de l'eau sur le rivage un Vaisseau, qui est une masse d'une pesanteur énorme, on ne s'avisera pas de l'entreprendre par le moyen des Leviers, des Vindas, ni des poulies; tout cela seroit trop foibles; mais on a recours au Plan incliné qui soûtient le Vaisseau. Et on le tire dessus avec des Poulies & des Vindas; de sorte qu'on est obligé d'employer ici trois sortes de Machines ensemble. Passons à présent à l'éxamen des Machines mêmes.

§. 334. La premiere qui se présente est le Peson composé, dont on se sert pour peser le gros Canon & les Mortiers que l'on employe sur terre & sur mer, les Ancres & semblables fardeaux, qui sont trop pesans pour qu'on puisse les peser avec une balance. G A C est une pesante barre de fer, qui tourne sur son axe ou point d'appui A, dans la chasse ou anse A H; B est son second axe, sur lequel tourne la chasse K, à laquelle est suspendu le poids P, lequel doit être pesé; G est une pesante boule, située à l'extrémité de la barre G A C, pour tenir la barre en équilibre lorsqu'elle est seule. C est un troisiéme axe, qui tourne dans la chasse C D. On voit, que C B A est un Levier de la seconde sorte, dont le point d'appui est à l'extrémité A, & le poids P qui doit être levé, au milieu en B. Ce poids P fait baisser l'extrémité C; mais C est attaché à la balance D E F, ce qui fait que C venant à s'affaisser tire aussi en-bas l'extrémité E D de la balance, de la même maniere que s'il y avoit un poids suspendu à D, lequel devroit être pesé. L est une pesante boule, qui fait avec la chasse D C, que la balance D E F n'étant pas chargée, reste en équilibre. E N est la chasse de cette seconde balance,

Pl. V. Fig. 1.

&


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig 4.
Fig 5.
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
P
A
C
B
D
E
F
G
H
K
L
M
N
O
Q
R
S
T
U
V
X
Z
30 lb

& N H eſt un double fer, qui fait que les deux chaſſes E N, & A H demeurent fermes. R & S ſont deux anneaux, auſquels cette Machine eſt ſuſpenduë. Maintenant la force qui doit être en C, eſt au poids P, comme A B eſt à A C; mais la force qui doit être en C, eſt la même qui agit en D, & celle qui agit en D eſt au poids M comme E M eſt à E D. Comparons toutes ces grandeurs proportionnelles l'une avec l'autre & multiplions-les en même temps.

C. P : : A B. A C.
M. C : : D E. E M.

M C. C P : : A B ⋊ D E. A C ⋊ E M. Mais M C eſt à P C comme M eſt à P; puiſque les deux grandeurs M C, P C diviſées par la même grandeur C reſtent en même proportion : on aura par conſequent M. P : : A B ⋊ D E, A C ⋊ E M; c'eſt-à-dire, le poids M eſt aux poids P en raiſon compoſée de la diſtance A B à D E plus la diſtance A C à E M. Maintenant ſi A B eſt à A C comme 1 à 10, & D E à E M comme 1 à 10, on aura A B ⋊ D E = 1 ⋊ 1. & A C ⋊ E M 10 ⋊ 10 = 100, par conſequent M ſera à P, comme 1 à 100, & le poids M qui eſt de 100 ℔. peſera, à la diſtance E M, le poids P qui eſt de 10000 ℔.

§. 335. Ce que nous venons de faire voir ici a auſſi lieu dans toutes les Machines compoſées, de ſorte qu'il ſuffit d'établir cette ſeule régle générale : *La puiſſance mouvante, eſt à la réſiſtance en raiſon compoſée de toutes les raiſons que la puiſſance devroit avoir à la réſiſtance dans chaque partie de la Machine, ſi l'on employoit ſeparément chacune de ces parties.* En effet, ſi l'on ſe ſervoit ſéparément de C A, la puiſſance devroit être comme B A; ſi l'on employoit ſéparément D E M, la puiſſance devroit être comme D E; par conſequent la puiſſance M doit être en raiſon compoſée de A B avec D E, comme nous avons démontré que cela étoit en effet. Ainſi le poids ſera en raiſon compoſée des raiſons que le poids auroit dans toutes les parties de la Machine, ſi on s'en ſervoit ſéparément, ce qui eſt ici A C ⋊ E M, comme nous l'avons auſſi fait voir.

§. 336. On peut auſſi joindre enſemble divers Leviers, comme on en voit trois dans cette figure, qui ſont joints enſemble; ſçavoir, A B C, Pl. V.
D I H, E F K, où l'on remarque que le poids K eſt à P, pour le tenir en Fig. 2.
équilibre, comme A B ⋊ D I ⋊ E F, eſt à B C ⋊ I H ⋊ F K, ſuivant la régle précédente.

§. 337. Rien n'eſt plus commun que d'employer pluſieurs poulies dans une même Machine, à laquelle on donne alors le nom de *Mouffle.* On fait différentes ſortes de Mouffles, mais la ſupputation eſt dans la plûpart la même que dans celle dont nous donnons ici la figure, c'eſt pourquoi il ſuffit de la donner ici pour exemple des autres. Lorſqu'on tire la partie inférieure A de la Mouffle avec ſon poids P vers la partie Pl. V.
ſupérieure B, & qu'elle parcourt un eſpace égal à A C, alors les trois Fig. 3.
poulies A, D, & E, parcourent chacune un eſpace égal à A C; mais il faut dans cette occaſion, que les cordes qui tournent autour de chacune d'elles, parcourent un eſpace deux fois auſſi grand que A C; & parce

qu'il y a trois poulies dans cette Mouffle, l'eſpace des cordes, qui paſſent autour de ces trois poulies, ſera ſix fois auſſi grand que A C. Par conſequent la puiſſance V, qui tire la corde V K en-bas, parcourra un eſpace ſix fois plus grand que A C, & aura de cette maniere ſix fois plus de vîteſſe que le poids P; c'eſt pourquoi la puiſſance V devra être ſix fois plus petite que P, pour être en équilibre avec P. Autrement on doit ſeulement faire attention au nombre des cordes qui paſſent autour des poulies inférieures de la Mouffle, & le poids P ſera toujours à la puiſſance requiſe V, comme le nombre des cordes qui paſſent autour des poulies inférieures, eſt à l'unité; le nombre des cordes eſt ici 6, & par

Pl. V*. Fig. 18. conſequent P eſt à V, comme 6 eſt à 1. Cette régle eſt générale à l'égard de toutes ces ſortes de Mouffles. C'eſt pourquoi ſi l'on a une double Mouffle C, D, que l'on ſuppoſe être attachée en-haut près de L, & au-bas de laquelle il y ait une poulie B, avec le poids P qui y ſoit ſuſpendu; que la puiſſance qui tire ſoit H; puiſqu'on a ici trois cordes, leſquelles paſſent autour de la poulie, il faut que la puiſſance H ſoit au poids P, comme 1 eſt à 3.

§. 338. On peut encore diſpoſer les poulies d'une autre maniere, en ſorte qu'elles ſe meuvent toutes librement vers en-haut, & alors la puiſſance pourra être beaucoup plus petite pour lever un poids.

Pl. V. Fig. 4. Suppoſons que P ſoit un poids de 16 ℔, ſuſpendu à la poulie inférieure A B, alors la partie A C de la corde qui paſſe autour de cette poulie, devra ſoûtenir la moitié du poids, & B 8 l'autre moitié; ce qui fait que la corde B 8 eſt tirée en-bas avec une force de 8 ℔; de ſorte que c'eſt ici la même choſe, comme ſi un poids de 8 ℔, étoit ſuſpendu à la poulie D E; mais il faudra que d'ici la corde F E, qui paſſe autour de la ſeconde poulie D E ſoûtienne 4 ℔, & que la corde D 4 ſoûtienne auſſi 4 ℔; ce qui eſt cauſe que la poulie G H eſt tirée en-bas avec une force de 4 ℔. Il faut que d'ici la corde K H ſoûtienne 2 ℔, & la corde G 2 auſſi 2 ℔, d'où il arrive que la poulie L M eſt tirée en-bas avec une force de 2 ℔. La corde N M ſoûtient d'ici une livre, & L Y une livre, de ſorte que ſi la puiſſance, placée en Y a la force d'une livre, elle ſoûtiendra le poids P qui eſt de 16 ℔.

Pl. V*. Fig. 17. §. 339. Il n'eſt pas inutile de faire remarquer ici, comment on doit ſupputer, lorſque les poulies ſont diſpoſées de cette maniere. Suppoſons trois poulies comme A, B, C, dont il n'y ait que celle d'en-haut A qui ſoit ferme, tandis que les deux autres B & C ſont mobiles. Le poids P eſt ſuſpendu à toutes les poulies, & la puiſſance qui tire eſt en D. Pour ſupputer cette grandeur, il faut comme diviſer le poids P en ſes parties, dont G eſt ſuſpendu à C, la partie F à B, la partie E à A. La puiſſance D, qui ſoûtient le poids G par le moyen de la poulie C doit être égale à G; de ſorte qu'on peut concevoir, que le poids G eſt ſuſpendu de chaque côté à cette poulie. C'eſt pourquoi la corde L K, qui tient ferme à la poulie C, eſt tirée en-bas avec une force de 2 G; mais cette corde L C, qui paſſe autour de la poulie B, peut ſoûtenir de cette

maniere

maniere le poids F, qui eſt égal à 2 G. Il arrive de-là que la corde R S, qui ſoutient la poulie B, eſt tirée en-bas avec une force de F + 2 G, c'eſt-à-dire 4 G. Maintenant, comme R S tourne autour de la poulie A, il ſoûtiendra le poids E, qui eſt égal à 4 G; mais la puiſſance D ſoûtient les poids E, F, G, que l'on a trouvé être G + 2 G + 4 G; par conſequent, cette ſomme eſt égale à 7 G, & parce que G eſt égal à D, la puiſſance D ne doit être que $\frac{1}{7}$ du poids P.

§. 340. On peut à préſent comprendre aiſément par ces principes ce que c'eſt que le Palan Eſpagnol. A eſt une poulie ferme, par-deſſus laquelle paſſe une corde E, G, L, qui eſt attachée à la poulie inférieure B, & encore à la Mouffle L. Une autre corde E, eſt attachée à la poulie d'en-bas B, & paſſe autour de la poulie D, enſuite autour de B, enfin autour de C, laquelle eſt tirée par la main H. Le Poids P eſt ſuſpendu à la poulie inférieure B. Ce Palan a trois poulies A, C, D, qui ſont les mêmes que les trois poulies A, B, C du cas précédent Fig. 17; de ſorte que la force de H doit être comme 1 à 7, pour ſoûtenir le poids P. Cette ſorte de Palan eſt excellente puiſqu'on peut par ſon moyen produire le même effet avec un plus petit nombre de poulies, qu'avec les Mouffles, qui ſont compoſées d'un plus grand nombre de poulies. Pl. V*. Fig. 18.

Afin qu'il ne reſte ſur cet article aucune difficulté, voici de quelle maniere on peut concevoir ce Palan Eſpagnol. On diviſe le poids P en deux parties, dont l'une Q, qui eſt ſuſpendue à la corde G, ſoit de 4 ℔, & le poids S de 3 ℔. La main H, qui tire avec la force d'une livre fait que, par le moyen des poulies B, D, C, le poids S de 3 ℔ eſt ſoûtenu. Par-là la corde L M eſt tirée en-bas avec la force de 4 ℔, ce qui ſoûtient Q de 4 ℔. Par conſequent la main H, qui tire avec la force d'une livre, ſoûtiendra le poids P de 7 ℔ = Q + S. Pl. V*. Fig. 18.

§. 341. On fait des Crics avec diverſes rouës dentelées, dont la derniere ſe meut auſſi quelquefois par le moyen d'une *Vis ſans fin*. On peut exercer de très-grandes forces à l'aide de ces Machines, avec leſquelles on leve des Chariots peſamment chargés, des Toits & des Planchers de Maiſon, des pierres fort peſantes, & toute ſorte de fardeaux. Les Charpentiers, les Maçons & les Chartiers ſe ſervent tous les jours de cette Machine.

§. 342. On joint auſſi quelquefois des poulies aux Vindas, & on en fait des Gruës avec de longs becs, qui ſe jettent en avant: ces Gruës ſont en uſage dans toutes les Villes de la Hollande. Toutes les Gruës ne ſont pas faites de la même maniere. Je vais donner ici la deſcription d'une Gruë, qui n'eſt pas encore connue dans ce Pays, quoiqu'elle ſoit cependant d'une grande utilité & fort commode. Elle a été inventée par Monſieur Padmore à Briſtol & Monſieur Deſaguliers, Philoſophe incomparable, en a donné une belle deſcription (*). A eſt une petite Rouë, que l'on tourne à l'aide de la Manivelle B, & dont les dents engrainent dans les dents de la grande Rouë C: celle-ci tourne autour de ſon Pl. V. Fig. 5.

(*) *Vol.* 1. *pag.* 179. de ſon *Courſe of Exper. Philoſ.*

son Essieu D : la corde D E F G tourne autour de cet Essieu ; & afin que cette corde puisse être conduite le long du bec, on la fait passer par-dessus la poulie E , & on l'attache au crochet G.

Voici de quelle maniere on peut déterminer la puissance qui doit être appliquée à la manivelle B, pour lever le poids P. Tandis que la poulie F peut être muë librement en-haut & en-bas, la puissance qui tire la corde en D, doit être la moitié du poids P, le Diamétre de l'Essieu D est à celui de la roue C, comme 1 à 20 ; c'est pourquoi la puissance qui est appliquée à la dent de la roue C, doit seulement être d'un $\frac{1}{20}$ de celle qui est en D, c'est-à-dire d'un $\frac{1}{40}$ du poids P. Le rayon de la manivelle B B est à celui de la petite rouë A, comme 2 à 1 ; & pour cette raison la puissance qui est placée en B, doit être la moitié de celle qui est en A, c'est-à-dire, au poids P, comme 1 à 80. Voilà pourquoi on peut lever un fort pesant poids à l'aide de ces sortes de gruës ; car, si P pese 800 ℔, il suffira que la puissance qui est en B soit de 10 ℔. Or il est certain, que deux hommes peuvent facilement en tournant la manivelle éxercer chacun la force de 10 ℔, sans se fatiguer en peu de temps ; c'est pourquoi ces deux hommes pourront lever la pierre P de 1600 ℔. Si ils employent toutes leurs forces, chacun d'eux peut tourner avec la force de 30 ℔, & tous les deux ensemble avec la force 60 ℔, ils pourront donc lever une pierre de 4800 ℔. Maintenant, au-lieu de se servir de la poulie F, on pourroit employer le Palan-Espagnol, dont j'ai donné tout-à-l'heure la description, & à l'aide duquel on peut éxercer une force, qui est à celle que l'on éxerce par le moyen de la poulie F, comme 7 à 2 ; de sorte que les deux hommes en question pourroient lever une pierre de 16800 ℔, en employant la même force dont nous venons de parler.

Toute cette Gruë peut être tournée autour de sa colomne H H, ce qui se fait encore plus facilement à l'aide de la queuë K. On doit non seulement lever les fardeaux avec la Gruë, mais aussi les descendre ; & pour cet effet, on a besoin d'un appareil, qui ne se trouve pas dans nos Gruës de Hollande. On en voit ici une legére représentation en N L M, ce que l'on remarquera beaucoup plus clairement à la Figure 6. N O A est un Levier qui tourne autour d'un Axe O, & il y a à son extrémité N une corde N L M, qui passe par-dessus la poulie L. De-plus, ce Levier a un petit poteau Q qui se jette en-dehors, & qui perce à travers l'échancrure R. Lorsque la corde N L M est tirée en-bas par la main qui est en M, alors N monte, & l'autre extrémité a, est poussée en-bas : on voit ici un petit poteau *a β*, qui se meut sur deux Axes, en a & en *β*. Lorsque a, *β*, est poussé en-bas, on fait aussi descendre en même temps le demi cercle *β* V : car ce demi cercle peut bien tourner proche de V, mais il est arrêté en cet endroit au poteau immobile V T. Dans le même temps le petit poteau Q, est levé avec le Levier, & passe un peu dans le trou R, jusqu'à ce qu'il trouve résistance en R, & alors il leve le poteau R X : ce poteau R X pend en-bas sans être fermé,

Pl. V. Fig. 6.

&

& tourne autour d'un Axe X, qui perce à travers le fer, $y\,\pi$, qui tourne ſur ſon Axe dans le poteau S. L'extrémité, *y*, eſt fourchuë, pour recevoir les dents de la rouë Z & l'arrêter. Mais R X étant levé, la fourche ou pied de chevre, qui eſt auſſi ſitué près de *y*, ſort des dents de la rouë Z, & par-là toutes les rouës de la Machine ſont libres, au-lieu qu'autrement elles étoient empêchées de pouvoir retrogarder par la chute du pied de chevre, *y*.

Nous voyons donc de quelle maniere *y* étant levé, donne lieu aux rouës de rétrograder, & qu'alors le poids P qui eſt iſſé, peut deſcendre de nouveau; mais comme cela pourroit aller trop vîte, on doit avoir un moyen, pour faire tomber le poids vîte ou lentement, ſelon qu'on le juge à propos, & auſſi pour le ſuſpendre & l'arrêter de nouveau à la hauteur où l'on veut qu'il ſoit. On ſe ſert pour cet effet du demi cercle β V, qui a en-dedans une échancrure, & que l'on peut abaiſſer ſur un diſque de bois $\delta\,y$, qui tient au même Eſſieu avec la rouë Z; lorſqu'on leve le Levier N O plus que ce que l'on a dit être néceſſaire, pour lâcher le pied de chevre, *y*, on preſſe alors fortement le demi cercle B V contre le diſque de bois, $\delta\,y$, ce qui cauſe un ſi grand frottement, que tout doit reſter en repos, ou dumoins, que le mouvement diminue un peu ſuivant la preſſion, n'y ayant plus que le poids qui puiſſe deſcendre lentement. La même choſe ſe remarque dans tous les Moulins à vent, dont on peut arrêter les rouës qui tournent à l'aide de l'Arret par le frottement qui ſe fait alors.

Nous voyons par le peu que j'ai dit des Machines compoſées, de quelle maniere on en peut faire une infinité d'autres avec des Machines ſimples; ceux qui ſouhaitent d'en voir davantage, peuvent ſe ſatisfaire en conſultant Beiſſonius, Ramelli, Bockler, & ſur tout Leupold; car on trouve dans les Ouvrages de ces Meſſieurs, & principalement de Leupold, la deſcription de pluſieurs Machines compoſées, dont on ſe ſert en Europe, & dont ils donnent de belles Figures.

CHAPITRE IX.

Du Frottement des Machines.

§. 345. Nous avons fait voir dans le Chapitre précédent, quelle force devoit avoir une puissance, qui, étant appliquée à une Machine, devroit par son moyen tenir en équilibre un poids d'une certaine pesanteur. Mais ce n'est pas cela seulement que nous demandons, nous souhaittons encore que l'on puisse mouvoir & lever les fardeaux. Pour cet effet une puissance, qui auroit un peu plus de force que celle dont nous avons donné la définition, pourroit suffire, si les Corps qui se meuvent réciproquement les uns sur les autres, n'avoient point de frottement. Nous n'avons pas compté jusqu'à présent ce frottement, quoiqu'il soit cependant un grand obstacle au mouvement; & qu'il fasse que, pour lever & mouvoir des fardeaux, il soit besoin d'une puissance bien plus grande, que celle que nous avons trouvée nécessaire, suivant le calcul dont nous avons fait mention ci-dessus; il est donc pour cette raison extrêmement nécessaire de dire ici quelque chose de ce frottement.

Lorsqu'on considére exactement les surfaces des Corps, soit qu'on les examine simplement à l'aide des yeux ou avec un Microscope, on voit clairement qu'ils sont fort raboteux, remplis de monticules & de vallons, & qu'ils sont même comme hérissés de dents semblables à ceux d'une Scie. De sorte que, lorsqu'on pose deux Corps l'un sur l'autre, les éminences de l'un tombent dans les cavités de l'autre; ou bien ils ressemblent à deux Scies, que l'on fiche réciproquement l'une dans l'autre par le moyen de leurs dents; veut-on les faire mouvoir l'une sur l'autre & les faire avancer, d'abord les inégalités se heurtent l'une contre l'autre, d'où il arrive que ces Corps ne peuvent avancer. Nous donnons à cet obstacle, qui empêche le mouvement, le nom de *Frottement*.

Ainsi, toutes les fois que l'on pousse deux Corps, qui sont posés l'un sur l'autre, il faut, ou que les éminences qui se heurtent en s'insinuant dans les cavités, se rompent entierement; ou qu'elles se courbent, comme les poils de deux brosses que l'on fait entrer l'une dans l'autre, & qui se plient ensuite, lorsqu'on les pousse plus avant; ou bien il faut que les Corps soient levés à la même hauteur des inégalités, afin de pouvoir se dégager; où il faut enfin que l'une de ces trois choses arrive, ou qu'elles se passent toutes en même temps. Voilà pourquoi on remarque, que si l'on passe diverses fois deux piéces de bois l'une sur l'autre en les frottant, ou deux plaques de métal, ou deux morceaux de verre, on voit paroître ensuite des rayes & certaines petites marques, & qu'il s'amasse en meme temps de la poussiere sur la surface de ces Corps. Cette poussiere provient de petites parties qui se sont rompus, & les rayes sont

comme

comme autant de canelures creusées par les éminences pointuës du Corps qui est dessus. On voit clairement par-là, qu'il est besoin d'une puissance, soit pour lever les Corps à la hauteur de leurs inégalités, soit pour rompre les éminences du Corps qui est dessous.

Il s'est trouvé des Auteurs bien versés dans la Méchanique, qui ont tâché de chercher & d'établir des Régles générales du Frottement, comme Messieurs Amontons, Leibnits, Sturm, Camus, & autres. Afin de pouvoir déterminer la grandeur de la puissance requise lorsqu'il s'agit de mouvoir l'un sur l'autre deux Corps d'une grandeur donnée avec une vîtesse connuë, ils ont fait quelques expériences, & en ont d'abord tiré des conséquences, qui nous paroissent un peu trop prématurées ; car nous croyons avoir remarqué par de bonnes raisons, & par les expériences que nous avons faites, qu'on ne peut établir sur cela aucune Régle générale, puisqu'il se trouve de la diversité dans la composition des parties des Corps solides. On peut découvrir facilement par le moyen des Microscopes, que la figure des inégalités qui paroissent en-déhors, & des cavités qui se rencontrent dans tous les Corps, sont fort différentes les unes des autres : ils se ressemblent encore beaucoup moins à l'égard de la roideur, de la mollesse, de l'élasticité, & de la cohésion de leurs parties : d'où il arrive que les parties des Corps, qui sont posées les unes sur les autres, se trouvent comme embarrassées les unes dans les autres en toutes sortes de manieres fort différentes : elles tombent à diverses profondeurs l'une dans l'autre : elles font une résistance différente, avant qu'elles soient pliées ou rompuës : d'où il suit évidemment, que si deux Corps d'une espéce particuliere, comme du bois & du métal, ayant tous deux des surfaces égales, & étant l'un & l'autre également chargés, viennent à se mouvoir avec la même vîtesse sur une planche, ou sur une plaque de Métal, ou sur du Verre, ils doivent avoir un frottement différent. J'ai fait un grand nombre d'expériences avec divers Bois, Métaux, du Verre, des pierres, & j'en exposerai ici quelques-unes, pour faire voir ce que j'ai avancé : on peut en voir d'autres dans le Livre que Monsieur Camus a publié sur les Forces mouvantes ; & ces expériences, qui sont d'une grande utilité, ont été faites avec des Machines rudes & raboteuses, pour connoître le frottement des Traînaux sur le pavé ; les miennes ont été faites pour sçavoir le frottement des Machines bien travaillées ; & par conséquent pour connoître le frottement le plus petit qui est possible, quelle peine qu'on auroit pu s'être donnée pour polir les surfaces des machines.

Un

Une petite Planche de bois de Sapin, large d'un pouce, longue de treize pouces, ayant été muë sur une planche de bois de Sapin, en suivant à l'égard de toutes les deux le fil du bois, a eu divers Frottemens, selon qu'elle étoit chargée par le poids.	La même petite Planche de bois de Sapin ayant été muë sur une planche de Bouis, après avoir été chargée des mêmes poids, a eu le Frottement suivant.	Une petite Planche de bois de Chêne, large d'un pouce, & longue de treize pouces, ayant été muë sur une planche de Chêne, en suivant le fil du bois à l'égard de l'une & de l'autre, & après avoir été chargée des mêmes poids, a eu le Frottement que voici.	La même petite Planche de bois de Chêne ayant été muë sur une planche de Bouis, après avoir été chargée du même poids, a eu le Frottement suivant.
Poids. Frottemt. Onces. Dragmes.	Frottement. Dragmes.	Frottement. Dragmes.	Frottement. Dragmes.
4 — 8 —	— 6 —	— 6 —	— 6 —
6 — 11 —	— 8 —	— 8 —	— 8 —
8 — 15 —	— 2 —	— 10 —	— 10 —
10 — 17 —	— 11 —	— 12 —	— 11 —
12 — 22 —	— 13 —	— 15 —	— 12 —
14 — 25 —	— 16 —	— 17 —	— 14 —
16 — 28 —	— 20 —	— 21 —	— 16 —
18 — 31 —	— 23 —	— 25 —	— 18 —
Liv. Onc. Drag.	Onces. Dragmes.	Onces. Dragmes.	Onces. Dragmes.
3 - 8, 6 —	- 6 - — 4 -	- 11 - — 0 -	- 5 — 0 -
4 - 12, 6 —	- 9 - — 4 -	- 14 - — 0 -	- 7 — 0 -
5 - 13, 4 —	- 12 - — 0 -	- 15 - — 0 -	- 9 — 0 -
6 - 16, 4 —	- 12 - — 4 -	- 17 - — 0 -	- 10 — 0 -
7 - 20, 0 —	- 14 - — 0 -	- 20 - — 0 -	- 13 — 0 -
8 - 24, 0 —	- 16 - — 0 -	- 23 - — 0 -	- 15 — 0 -
10 - 26, 0 —	- 20 - — 4 -	- 29 - — 0 -	- 19 — 0 -

Dans ces Expériences j'ai compté sous le poids, la pesanteur de la petite Planche qui étoit en mouvement, avec le poids qui étoit posé dessus. De plus, je n'ai consideré qu'un petit mouvement, avec lequel la petite planche ne faisoit que commencer à se mouvoir, mais cependant de telle maniere, qu'elle ne laissoit pas de parcourir toute la longueur de la planche avec ce même mouvement.

§. 344.

§. 344. Le Frottement reciproque des Métaux différe de la même maniere que celui des bois précédens, comme je l'ai découvert par le moyen d'une Machine bien propre & bien travaillée à laquelle je donne le nom de *Tribométre*, & dont je me contenterai de donner ici une courte description. DCCD est un Essieu ou Axe d'acier bien rafiné, dont les deux extrémités D, D, qui sont les plus minces, ont un diamétre d'un $\frac{1}{4}$ de pouce Rhenan : les deux autres parties C, C, sont plus épaisses, leur Diamétre est d'un $\frac{1}{2}$ pouce. Il a été fait de cette maniere, pour sçavoir s'il y a de la différence entre le Frottement qui se fait sur un Essieu mince, & celui qui se fait sur un Essieu épais. Cet Essieu est parfaitement rond, & bien poli. Il passe par un Disque de bois AB, dont le diamétre est de de 4 pouces. Tout cet appareil, qui pese 3 ℔, est posé sur un chassis EEEE, lequel est monté sur quatre pieds. Il y a sur ce chassis deux Régles FF, qui peuvent être posées plus loin ou plus près l'une de l'autre, lorsqu'on veut faire mouvoir le Disque sur la partie de l'Essieu la plus mince, ou sur celle qui est la plus épaisse. Ces deux Régles ont dans leur milieu près de DD des bassinets de métal, dans lesquels on met les Essieux : chaque bassinet a deux cavités, dont l'une est plus large que l'autre, pour la partie de l'Essieu la plus épaisse & pour la plus mince : les bassinets ou cavités, sont un peu moindres que des demi-cercles : ils sont parfaitement ronds & polis par-dedans, où l'Essieu DD peut se mouvoir ; mais presque sans le moindre jeu, l'Essieu y tourne aussi facilement qu'il est possible. Je me suis servi de semblables bassinets, qui étoient d'acier rafiné, de cuivre rouge, de cuivre jaune, de plomb, d'étaim, & de gayac. Pour faire tourner l'Essieu dans son bassinet, je pris une corde fine, dont l'un des bouts fut attaché à A, & je suspendis à l'autre bout un petit bassin avec le poids R, que je chargeai en mettant dedans de petits poids, jusqu'à ce que le Disque commencât a tourner sur son Essieu. J'ai appris, en pesant de cette maniere, de quelle pesanteur R devoit être pour faire cela, lorsque les bassinets étoient bien nets & bien secs, & aussi lorqu'ils étoient enduits d'huile d'Olives. Mais, parce que je voulois aussi quelquefois charger ce Disque avec plus de poids, je suspendis deux poids égaux P, Q, à une corde fort fine, & je cherchai ensuite, combien de poids je devois mettre dans le bassin R, pour faire alors tourner le Disque. Je marquerai seulement quelques Expériences dans la petite Table suivante.

Pl. V. Fig. 8.

Pl. V. Fig. 7.

L'Eſſieu le plus mince étant ſec, & ſe mouvant dans le baſſinet de Gayac, n'y ayant aucun poids ſuſpendu au Diſque. — —	Le poids ſuſpendu à R, faiſant tourner le Diſque AB.	Le poids R ſuſpendu, faiſant tourner le Diſque AB, après que l'Eſſieu eût été enduit d'huile d'olive.
	— 10 Dragmes,	— 6 Dragmes.
Le Diſque AB ſe trouvant chargé de chaque côté du poids de 1 ℔.	— 12 — —	— 10 — —
2 ℔.	— 14 — —	— 14 — —
3 ℔.	— 20 — —	— 21 — —

L'Eſſieu le plus mince DD étant ſec, & ſe mouvant dans le baſſinet d'acier, ſans qu'il y eût aucun poids ſuſpendu au Diſque. — — —	Le poids ſuſpendu à R, faiſant tourner le Diſque AB.	Le poids R ſupendu, faiſant tourner le Diſque, lorſque l'Eſſieu eut été enduit d'huile d'olive.
	— 6 Dragmes.	— 4 Dragmes.
Le Diſque étant chargé de chaque côté du poids de — 1 ℔.	— 11 — —	— 10 — —
2 ℔.	— 17 — —	— 14 — —
3 ℔.	— 21 — —	— 17 — —

L'Eſſieu le plus mince DD étant ſec, & ſe mouvant dans le baſſinet de cuivre rouge, & le Diſque ſe trouvant ſans poids. — —	Le poids ſuſpendu à R, faiſant tourner le Diſque AB.	Le poids ſuſpendu à R, après que l'Eſſieu eut été enduit d'huile d'olives.
	— 4 Dragmes.	— 3 Dragmes.
Le Diſque AB étant chargé de chaque côté du poids de — 1 ℔.	— 8 — —	— 7 — —
2 ℔.	— 12 — —	— 10 — —
3 ℔.	— 15 — —	— 13 — —

L'Eſſieu

L'Eſſieu D D étant ſec, & ſe mouvant dans le Baſſinet d'Etaim, le Diſque A B étant alors ſans Poids. ——	Le Poids en R doit être, pour faire tourner le Diſque.	Mais l'Eſſieu DD étant enduit d'huile d'Olives, le Poids R doit être.
	—— 6 Dragmes.	—— 5 Dragmes.
Le Diſque A B ſe trouvant chargé de chaque côté du Poids de 1 ℔.	—— 11 ——	—— 9 ——
2 ℔.	—— 18 ——	—— 14 ——
3 ℔.	—— 22 ——	—— 18 ——

L'EſſieuDD étant ſec, & ſe mouvant dans le Baſſinet de Plomb, n'y ayant alors aucun Poids ſuſpendu au Diſque AB.	Le Poids R doit être de	Mais l'Eſſieu DD étant enduit d'huile d'Olives, R doit être de
	—— 4 Dragmes.	—— 3 Dragmes.
Le Diſque AB ſe trouvant chargé de chaque côté du Poids de 1 ℔.	—— 7 ——	—— 6 ——
2 ℔,	—— 8 ——	—— 8 ——
3 ℔.	—— 10 ——	—— 10 ——

Le même Eſſieu DD étant ſec, & ſe mouvant dans le Baſſinet de Cuivre jaune, ſans que le Diſque AB fût chargé - -	Le Poids R doit être de	Mais ſi l'Eſſieu DD eſt enduit d'huile d'Olives, R doit être de
	—— 4 Dragmes.	—— 3 Dragmes.
Le Diſque AB ſe trouvant chargé de chaque côté du Poids de 1 ℔.	—— 6 ——	—— $5\frac{1}{2}$
2 ℔.	—— 8 ——	—— $7\frac{1}{2}$
3 ℔.	—— 10 ——	—— $9\frac{1}{2}$

J'ai fait plusieurs Expériences semblables avec d'autres Cilindres, qui étoient garnis d'Essieux de Cuivre jaune ou de bois de Gayac, mais elles sont trop longues pour pouvoir être insérées ici.

§. 345. Dans ces Expériences on doit concevoir le poids R, comme suspendu à un Levier, qui seroit 16 fois plus long que le Levier où le Frottement se fait; car les Diamétres de A B & de D D sont en cette raison l'une à l'autre; par consequent le poids R auroit dû être 16 fois plus grand qu'à present, s'il eût été suspendu à un fil qui auroit été entortillé autour de D. Voyons un peu de quelle grandeur devroit être un poids, qui seroit aussi grand que le Frottement, c'est-à-dire, le poids R, que nous aurions augmenté insensiblement jusqu'à ce qu'il ne fît que commencer à faire tourner le Disque A B. R devoit être de 4 Dragmes, lorsque le Disque, qui pese 3 ℔. tournoit dans le Bassinet sec de Cuivre rouge, au-lieu que R auroit dû être 16 fois plus grand, s'il eût été suspendu à l'Essieu même D D, & par consequent de 64 Dragmes: le poids de 3 ℔. est égal à 384. Dragmes, & 64 Dragmes est la sixième partie de ce nombre; de sorte que le Frottement d'un Essieu d'acier dans un Bassinet sec de Cuivre rouge sera $\frac{1}{6}$ du poids, dont l'Essieu est chargé, si la vîtesse est fort petite ou presque égale à rien.

Si l'on fait attention au poids requis de R, lorsque l'Essieu d'Acier se trouvoit dans des Bassinets de divers Métaux, on remarque que R doit être plus grand dans l'un de ces Métaux que dans l'autre. R est le plus petit dans le Cuivre jaune, puis dans le Plomb, plus grand dans le Cuivre rouge, dans le Gayac, dans l'Acier, & plus grand encore dans l'Etaim. On voit donc par-là, qu'on s'est trop précipité à tirer des conclusions, lorsqu'on a établi, que le Frottement est égal dans tous les Métaux. On peut remarquer encore, que quoiqu'on ait enduit l'Essieu d'huile d'Olives, le Frottement n'a pas laissé d'être différent. J'ai fait ces Expériences avec une très-grande éxactitude, & je doute fort, que l'on ait jamais fait une Machine qui convînt mieux dans cette occasion, que celle dont je me suis servi.

§. 346. On voit aussi par ces Expériences, que le Frottement devient plus grand, lorsque le poids augmente sur l'Essieu, quoique l'Essieu reste le même. Cela arrive, parce qu'en chargeant l'Essieu, les éminences de la surface sont poussées plus profondément dans les cavités des Bassinets; c'est pourquoi avant que l'Essieu puisse tourner, les parties doivent être courbées davantage, ou se rompre plus près de leur origine: dans ces deux cas, la résistance contre le mouvement, c'est-à-dire le Frottement, doit devenir plus grand. Il paroît encore par ces Expériences, que le Frottement n'augmente pas en même proportion que le poids augmente sur l'Essieu. Considérons seulement ce qui arrivoit dans les Expériences, lorsque l'Essieu se trouvoit dans les Bassinets de Cuivre rouge. Quand l'Essieu étoit pressé par une pesanteur de 3 ℔, R devoit être de 4 Dragmes; mais lorsque l'Essieu se trouvoit chargé de 5 ℔, R devoit être de 8 Dragmes, au-lieu qu'il n'auroit dû être que de 6 Dragmes $\frac{2}{3}$, si R étoit

proportionnel

proportionnel à la pesanteur avec laquelle l'Essieu étoit pressé : de même aussi, si l'Essieu étoit pressé par 7 ℔, R devroit être de 12 Dragmes ; mais si R devoit être en même proportion, il auroit fallu qu'il fût de 9 Dragmes $\frac{1}{4}$. De cette maniere R auroit aussi dû être de 12 Dragmes, lorsque l'Essieu étoit chargé de 9 ℔, au-lieu qu'il étoit alors besoin de 15 Dragmes. La même chose a aussi lieu, lorsque l'Essieu se trouve enduit d'huile, car suivant les quatre cas proposés dans la Table, R auroit dû être, 3, 5, 7, 9, s'il y avoit proportion entre la Charge qui est sur l'Essieu & R, au-lieu que R a été 3, 7, 10, 13. Il est bien vrai, qu'il faut aussi regarder R comme une Charge sur l'Essieu, ce que j'ai omis ici, pour rendre la chose plus simple & pour la commodité; mais lorsqu'on y aura joint R, on ne laissera pas de voir la même chose, que ce que j'ai dit ici plus haut. En effet, 388 Dragmes sont alors mues sur l'Essieu par 4 Dragmes; 648 par 8; 908 par 12; 1167 par 15 : s'il y avoit proportion entre R, & les poids sur l'Essieu, il faudroit qu'au-lieu de 4, 8, 12, 15, il y eût eu ici 4. $6\frac{66}{97}$ $9\frac{35}{97}$ $12\frac{3}{97}$.

3°. Ces Expériences nous apprennent encore, qu'on ne peut établir aucune Régle générale pour le Frottement, mais qu'on en doit faire qui soient particulieres pour chaque sorte de Corps, & que ces Régles différent, suivant la diversité des poids, dont les Corps sont chargés. Il arrive de-là, qu'il est impossible de pouvoir rien conclure de bien précis & de bien sûr à l'égard de cette Science, de sorte que la Méchanique ne rencontre pas ici un petit obstacle, pour parvenir au point de perfection où elle doit être ; car il seroit besoin de faire pour cet effet une infinité d'Expériences.

4°. Deux Métaux, ou deux Bois de la même sorte, se meuvent d'ordinaire bien plus difficilement l'un sur l'autre, que des Métaux ou des Bois de diverses sortes : c'est ce que les Maîtres Ouvriers ont déja confirmé par un grand nombre d'Expériences qu'ils ont faites pendant longtemps ; c'est aussi pour cette raison, qu'ils ne font jamais mouvoir de l'Acier sur de l'Acier, mais sur du Cuivre, sur de l'Etaim, sur de la Corne, ou sur du bois de Gayac : on fait aussi mouvoir du Cuivre dans de l'Acier, mais jamais sur du Cuivre.

Il me semble que cela doit être ainsi, parce que les inégalités des parties qui sont de même nature, ont trop de rapport les unes avec les autres, & que de cette maniere elles sont comme deux Scies, garnies de dents de même grandeur : au-lieu que les Corps, qui sont de nature différente, ont aussi des inégalités qui différent entierement, & sont alors comme deux Scies, qui ont des dents inégales entre lesquelles il ne se trouve aucun rapport, & s'insinuent ainsi moins profondément l'une dans l'autre, lorsqu'on les pose l'une sur l'autre.

§. 347. Un même Corps, qui ne cesse de conserver sa même pesanteur, a un Frottement différent suivant la différence de la grandeur de sa surface, qui produit le Frottement. Ce Corps a une certaine surface, qui, étant chargée de cette pesanteur, est sujette au moindre Frottement,

Z 3 & toutes

& toutes les autres ſurfaces, ſoit qu'elles ſoient plus grandes ou plus petites que la précédente, ſont ſujettes au plus grand Frottement, comme je l'ai appris moi-même par toutes les Expériences bien faites.

Quelques Sçavans ont avancé, qu'une plus grande ou plus petite ſurface d'un Corps ne faiſoit rien pour le Frottement, pourvu ſeulement qu'il reſtât chargé du même poids. Voici les raiſons qu'ils alléguent à ce ſujet; parce que quoiqu'il s'embarraſſât un plus grand nombre de parties l'une dans l'autre, lorſque la ſurface eſt plus grande, elles ne laiſſeroient pourtant pas de s'enfoncer l'une dans l'autre moins profondément que dans une ſurface plus petite; de ſorte que ce qui contribueroit à l'augmentation des parties pour un plus grand Frottement, diminueroit en même temps leur affaiſſement & la chute de l'une dans l'autre. Ce raiſonnement eſt beau, mais il ne s'accorde pas bien avec l'Expérience, comme nous le ferons voir bien-tôt. Pour s'en convaincre il ſuffit d'examiner la Table, dont nous avons donné la deſcription au §. 343, & de la comparer avec la ſuivante: j'ai choiſi ces Expériences parmi un grand nombre d'autres, que j'ai faites dans cette vuë. Après avoir pris une petite Planche de bois de Sapin, large de $2\frac{11}{12}$ pouces, & longue de 13 pouces, on la chargea des mêmes poids que ceux du §. 343, & elle fut auſſi miſe en mouvement ſur les mêmes Planches de bois de Sapin & de Bouis.

Cette petite Planche ayant été miſe en mouvement ſur une autre Planche de bois de Sapin, après qu'on l'eut chargée du nombre de ces

Onces, le Frottement ſe trouva de ces	Dragmes.
6	14
8	18
10	22
12	26
14	32
16	36
18	40
Livres.	**Onces.**
3	12
4	16
5	23
6	40
7	41
8	43
10	43

Cette même petite Planche ayant été muë ſur une Planche de Bouis, après avoir été chargée des mêmes Onces que ci-devant, le Frottement ſe trouva de ces

Dragmes.
10
12
15
16
18
22
24

Onces.	Dragmes.
8	4
11	4
13	0
15	0
17	0
20	0
27	0

Il y a ici quelques irregularités, car nous trouvons que le bois moins chargé que ci-deſſus au §. 343, & mis en mouvement ſur du bouis, ne laiſſe pourtant pas d'avoir moins de Frottement; & que quand on le charge plus peſamment qu'auparavant, ſon Frottement ſe trouve être moindre. J'ai

remarqué

remarqué souvent de semblables irrégularités dans les Expériences que j'ai faites pour connoître le Frottement, sans que je pusse en voir la raison, sinon que je soupçonnois la diversité des parties.

§. 348. Lorsque les surfaces, qui se meuvent l'une sur l'autre, deviennent pointuës, elles pénétrent profondément dans l'autre Corps, ce qui empêche leur mouvement, sans qu'il y ait un grand nombre de parties qui se rompent; d'où il arrive que le Frottement augmente considérablement.

C'estpourquoi je ne sçaurois être du sentiment de quelques Sçavans versés dans cette science, qui ont prétendu, que le Frottement augmente lorsque les surfaces deviennent plus grandes, & qu'au contraire il diminue lorsque ces surfaces deviennent plus petites.

§. 349. Lorsque les Corps ne se meuvent pas avec beaucoup de rapidité les uns sur les autres, le Frottement est d'ordinaire en raison de la vîtesse, mais pourtant pas éxactement; mais lorsque ce même mouvement des Corps est fort rapide, le Frottement augmente considérablement. Cela a lieu dans les Corps qui se meuvent les uns sur les autres, soit qu'ils soient secs, soit qu'on les ait enduits d'huile. C'est ce que j'ai découvert à l'aide du Tribométre, dont je faisois mouvoir l'Essieu d'acier dans des bassinets de cuivre rouge. Lorsque je faisois tourner 25 fois le Disque dans le temps de 2″, 24‴, c'étoit alors la plus grande vîtesse, que je pûsse donner au Disque, & que je pûsse supputer éxactement : j'appelle cette vîtesse dix. Ayant aussi fait tourner le même Disque avec de moindres vîtesses, qui se trouvoient toutes comme 4, 6, 7, 8, 10, la proportion du Frottement dans ces vîtesses étoit 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4. Si l'on suppose ici le Frottement égal à 1, il se trouvoit alors à l'égard du poids sur l'Essieu, comme 16 à 95; de sorte que le poids sur l'Essieu restant le même, c'est-à-dire, 95, le Frottement se trouvoit de 16, 24, 32, 48, 64, dans les vîtesses précédentes de 4, 6, 7, 8, 10. Il paroît de-là, que le Frottement est fort grand, lorsque la vîtesse est grande. En effet, lorsque la vîtesse étoit telle, que le Disque tournoit 25 fois dans le temps de 2″, 24‴, & que son poids étoit 95, le Frottement des mêmes parties se trouvoit alors 64, c'est-à-dire, le Frottement étoit à tout le poids, presque comme 13 à 19.

Il seroit trop long d'exposer ici, de quelle maniere j'ai fait ces Expériences pénibles. Je n'ai tiré les conclusions précédentes, qu'après avoir fait un très grand nombre d'Expériences, & je ne doute pas qu'elles ne soient d'une grande utilité dans la Méchanique.

§. 350. L'huile, versée entre les parties du métal, contribuë beaucoup à les rendre glissantes, & diminue le Frottement : elle produit surtout cet effet dans les plus grandes vîtesses; car lorsque les Corps sont secs, & qu'on doit les faire mouvoir avec beaucoup de rapidité les uns sur les autres, le Frottement est extrêmement grand, & même plus grand que le poids qui est posé sur l'Essieu. J'ai trouvé que si la vîtesse étoit 10, suivant ce qui a été établi ci-dessus, & le poids 95, le Frottement

se

ſe trouvoit alors 128 : au-lieu qu'il n'étoit que 64, lorſque l'Eſſieu étoit enduit d'huile. Ce qui rend le Frottement ſi grand, c'eſt que toutes les parties de la ſurface ſe briſent d'abord, & que les particules rompuës font des entailles dans les baſſinets; car les parties n'ont pas le temps de ſe replier en arriere. L'huile empêche cette rupture des parties. L'huile eſt composée de globules fort minces, qui s'inſinuent dans les cavités des ſurfaces, ce qui les rend plus unies; ils empêchent de cette maniere les Corps de pouvoir s'enfoncer ſi profondément l'un dans l'autre, car les éminences ne peuvent tomber dans les cavités de l'autre ſurface, puiſqu'elles ſont remplies de globules d'huile. 2°. Comme les huiles ſont composées de globules, elles peuvent être tournées fort facilement, & c'eſt pour cela que les Corps ſe meuvent fort commodément ſur ces globules. 3°. Mais elles empêchent de cette maniere que les Corps ne deviennent chauds. Frottez avec rapidité des Métaux bien ſecs l'un contre l'autre, ils deviendront d'abord extraordinairement brulants; mais verſez de l'huile entre-deux, & vous verrez qu'ils ne deviendront pas ſeulement chauds. Cela paroît par les Eſſieux de nos moulins à vent.

§. 351. Comme on apprend mieux par un exemple, de quelle maniere on doit ſupputer le Frottement des Machines, de même que la grandeur de la puiſſance qui eſt requiſe pour mouvoir les fardeaux, il ne ſera pas inutile de mettre ceci en éxécution, autant que la choſe eſt poſſible, & j'expoſerai pour cet effet la Gruë dont on a donné ci-deſſus la deſcription.

Nous ſuppoſerons que le poids P eſt de 800 ℔, d'où il ſuit par ce qui a été démontré au §. 333, que pour faire équilibre, la puiſſance B doit être de 10 ℔. Suppoſons que B faſſe dix tours dans le temps d'une minute, que la grande Rouë C n'en faſſe qu'un ſeul, & que les deux Poulies E & F en faſſent auſſi un ou davantage, ſuivant que l'Axe eſt plus ou moins épais: comme toutes ces vîteſſes ſont petites, il ſuit du §. 349, que le Frottement des Eſſieux de toutes les parties dans cette Machine, ſur leurs baſſinets de cuivre, eſt ſeulement égal à 1, c'eſt-à-dire, qu'il eſt au poids, comme 16 à 95; ſuivant Monſieur Amontons, & ceux qui le ſuivent, il devroit être comme 1 à 3; mais lorſque le Frottement eſt grand, la Machine doit être groſſierement faite, & point polie: ſi nous employons une Machine raboteuſe, nous pouvons alors ſuivre le calcul de 1 à 3, & c'eſt auſſi ce que nous ferons dans le cas en queſtion, pour prendre le Frottement au plus haut point. Le Frottement, qui eſt $\frac{1}{3}$ du poids, ſuppoſe que la puiſſance & le poids agiſſent au même Eſſieu; mais ſi l'Eſſieu, auquel le poids eſt ſuſpendu, eſt plus mince que celui auquel la puiſſance eſt appliquée, il faut alors faire toujours attention aux Leviers auſquels le poids & la puiſſance agiſſent.

Pl. V. Fig. 5.

Le poids P eſt donc 800 ℔, & le Diametre de la Poulie F eſt au Diametre de l'Eſſieu comme 10 à 1. C'eſt pourquoi la puiſſance en S, qui tire la corde, pour lever le poids P, eſt à l'égard du Frottement, comme $26\frac{2}{3}$ ℔, & il eſt à l'égard de la Poulie, égal à 400; & de cette maniere

comme

comme $426\frac{1}{3}$ ℔ ; mais $26\frac{2}{3}$ ℔ font aussi du Frottement, de sorte que nous sommes obligés de prendre la puissance en S plus grande, nous la mettrons par consequent 427 ℔. La puissance en K, qui tire le poids au-delà de la Poulie E, doit surmonter le Frottement causé par 427 ℔, lequel est de $14\frac{7}{30}$ ℔ : c'est pourquoi le poids, qui doit être tiré au-delà de E, sera de $440\frac{27}{30}$ ℔, mais comme $14\frac{7}{30}$ ℔ font aussi du Frottement, il faut augmenter le poids précédent, & le concevoir de 441 ℔. Maintenant D est le cilindre de la grande Rouë de la Gruë, autour de laquelle la corde tourne, le Diametre de l'Essieu est à celui de ce cilindre, comme 1 à 10 ; par conséquent le Frottement du poids sur l'Essieu sera $\frac{441}{3\times 10}$, c'est-à-dire de $14\frac{21}{30}$ ℔ : c'est pourquoi la force du cilindre doit être de $455\frac{21}{30}$ ℔ ; mais le Diametre de la Rouë C est à celui du cilindre, comme 20 à 1, ainsi la force de la Rouë doit être comme $\frac{455\frac{21}{30}}{20}$, c'est-à-dire, de $22\frac{471}{600}$ ℔ ; ce qui est par

consequent aussi la force nécessaire aux dents de la petite Rouë A ; l'épaisseur de l'Essieu est à celle de la Rouë A, comme 1 à 10, par consequent A doit avoir une force pour surmonter le Frottement, comme $\frac{22\frac{471}{600}}{30}$. Supposons ceci égal a 1. Maintenant la Manivelle B est un Levier,

dont la longueur est au demi Diamétre de A, comme 2 à 1, par consequent la force de B devra être de $\frac{23\frac{471}{600}}{2}$, c'est-à-dire, à peu-près de 12 ℔.

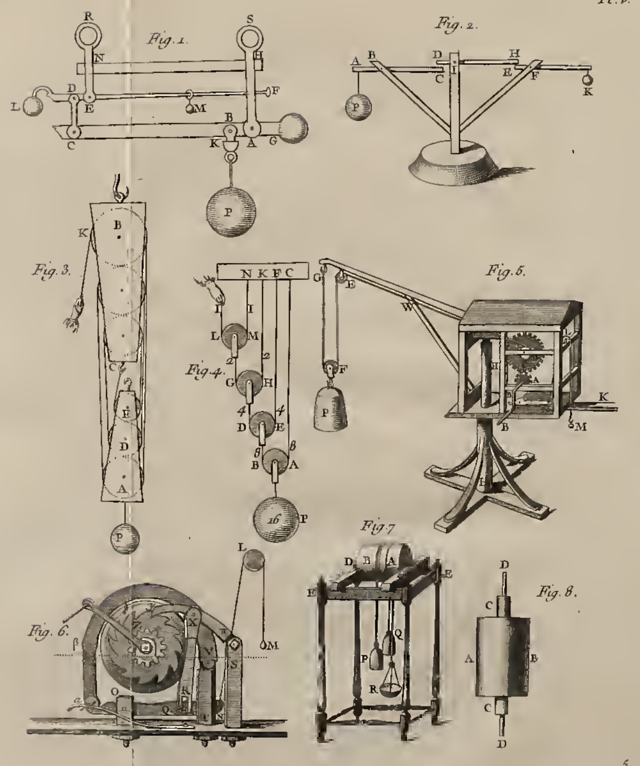
Cet exemple suffit pour faire connoître, de quelle maniere on doit supputer le Frottement des autres Machines.

§. 352. On doit encore prendre garde à autre chose, lorsqu'on employe des Machines qui se meuvent avec des cordes. Et de fait, les cordes sont roides, elles ne se courbent pas, à moins qu'on n'employe la force, ce qui est un nouvel obstacle pour la puissance, & particulierement pour les Poulies. Monsieur Amontons a tâché de réduire aussi cela en Régles & il en a montré les premiers principes; quoiqu'il se soit trompé, on ne doit pas lui disputer la gloire qu'il merite, d'avoir rompu le premier la glace. Le grand Philosophe Desaguliers a éxaminé tout cela avec plus d'éxactitude, & nous a donné dans son excellent Ouvrage la Table suivante, qui est toute fondée sur les découvertes qu'il a faites lui-même. Voici de quelle maniere il a procédé en faisant ses Expériences. Les deux cordes R r, R r, qui se trouvent éloignées l'une de l'autre d'environ 8 pouces, sont attachées aux deux crochets immobiles RR; il y a à l'extrémité inférieure un bassin SS, sur lequel on pose le poids P, pour bander les cordes: Cc est un cilindre de la longueur d'un pied, autour duquel on fait faire un tour aux cordes : on entortille autour du cilindre un Ruban, *m*, auquel on suspend le petit bassin, S, dans lequel on met des poids, jusqu'à ce que le cilindre C c soit tiré en-bas par ces mêmes poids. Pl V. Fig. 19.

Table de diverses Expériences, qui font voir quelle doit être la force pour faire courber des cordes de différentes grosseurs, lesquelles sont tirées en droite ligne par divers poids, entortillés autour de certains Rouleaux de diverses grosseurs.

Le poids P, qui tire les cordes en droite ligne, réduit en livres.	La résistance de la corde autour du cilindre, dont le Diamétre est $\frac{1}{2}$ pouce, réduite en onces.	La résistance de la corde autour d'un cilindre, dont le Diamétre est d'un pouce, réduite en onces.	La résistance de la corde autour d'un cilindre, dont le Diamétre est $1\frac{1}{2}$ pouce, réduite en onces.	Diamétres des cordes qui sont de trois fils, réduits en dixiémes parties d'un pouce.
60 ℔.	225 Onc.	112 Onc.	75 Onc.	0, 5
	90	45	30	0, 2
	45	$22\frac{1}{2}$	15	0, 1
40 ℔.	150	75	50	0, 5
	60	30	20	0, 2
	30	15	10	0, 1
20 ℔.	75	$37\frac{1}{2}$	25	0, 5
	30	15	10	0, 2
	15	$7\frac{1}{2}$	*	0, 1

* Cette Expérience n'a pu se faire, parce que le Cilindre pesoit plus de 8 Onces, au-lieu que le poids n'auroit dû être que de 5 Onces, pour faire courber la corde.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.

CHAPITRE X.

Du Mouvement composé.

§. 353. LORSQU'ON traite du Mouvement composé, on peut considerer ou la direction dans laquelle le Corps doit courir, lorsqu'il est tiré ou poussé par diverses puissances ensemble : 2°. Ou bien, on peut avoir égard à la vîtesse, avec laquelle ce même Corps avancera, lorsqu'il sera tiré ou poussé de cette maniere. 3°. Ou bien, on peut encore faire attention à la direction, à la vîtesse & aux forces qu'il reçoit, & qu'il conserve, lorsqu'il avance librement & sans aucun obstacle, après avoir été pressé ou heurté par plusieurs Puissances à la fois. Nous allons tâcher d'exposer en quelque façon ces trois choses, qui différent l'une de l'autre. Nous commencerons d'abord par traiter des Corps, qui sont tirés ou poussés en même temps par plusieurs Causes.

§. 354. Si un Corps est mu dans la direction A C, avec une vîtesse, Pl. VI.
que l'on represente aussi par la ligne A C : & qu'en même temps il soit Fig. 1.
tiré ou poussé par une autre Cause dans la direction A B, & qu'il reçoive par-là la vîtesse de A B ; ce Corps, tiré à la fois par ces deux Causes, parcourra l'espace A D, qui est le Diamétre du parallelogramme A B D C, dont les deux côtés sont A B & A C, qui sont les directions & les vîtesses communiquées au Corps A par chaque puissance.

En effet, si A est une Boule, attachée aux deux Cordes A B, qui soient tirées aux extremités B & C vers ces points, & qu'on conçoive l'espace A C divisé en parties égales, A e, e g, g i, i o, o C, & de même l'espace A B partagé en A F, F H, H K, K M, M B ; lorsque la Boule A est tirée par la puissance B de A jusqu'à F, elle est tirée en même temps par la puissance C de A jusqu'à e, ayant alors décrit F E paralélle & égal à A e, elle est ainsi tirée comme de F jusqu'à E, c'est pourquoi elle doit être au point E après ces deux tractions. Lorsque cette Boule est ensuite tirée par la puissance B de A jusqu'à H, & par la puissance C de A jusqu'à g, ce qui est la même chose que si elle étoit tirée de H jusqu'à G, il faut qu'elle se trouve en G : étant ensuite tirée par la puissance B jusques en K, & par la puissance C jusques en i, c'est-à-dire, de K jusques en I, elle doit se trouver en I : de même lorsque la puissance B l'a fait venir en M, il faut qu'elle soit menée en o, par la puissance C, & qu'ainsi elle ait été muë en même temps au-dela de A M & de M O, c'est pourquoi elle doit être au point O ; il faut enfin qu'elle vienne aussi de même en D, de sorte qu'elle se trouvera toujours aux points de la Diagonale A D du parallelogramme A B D C, c'est pourquoi la Boule doit parcourir cet espace A D. J'éclaircirai encore cela par un autre exemple, afin qu'on puisse le comprendre plus facilement.

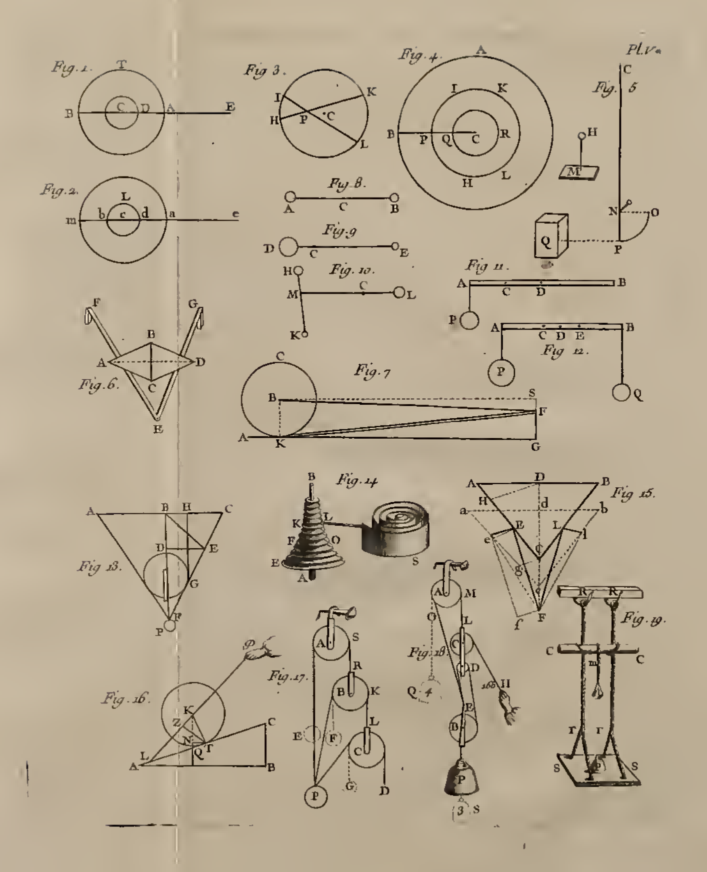
Soit A une Fourmi, qui coure toujours avec la méme vîtesse sur la Régle A C, que cette Régle soit divisée en parties égales, comme A e, e g, g i, i o, o C; que cette Régle soit poussée ou tirée en même temps que la Fourmi, le long de la ligne A B, de telle maniere que A C soit toujours paralléle à lui-même; divisons encore A B en autant de parties, que l'on en a pris en A C, & qu'elles soient à une distance égale l'une de l'autre, comme A F, F H, H K, K M, M B. Lorsque la Régle A C sera poussée de A jusques en F, alors la Fourmi, qui commence à courir en même temps, aura parcouru l'espace A e, de sorte qu'elle se trouvera au point E. Maintenant la Régle A C est poussée de F jusques en H, tandis que la Fourmi parcourt son chemin, e g; mais le point, g, vient ainsi en G, de sorte que la Fourmi sera en G. La Régle A C est poussée plus avant de H en K, & la Fourmi parcourt l'espace, g i, parce que le point, i, tombe en I, la Fourmi sera arrivée en I. La Régle est de nouveau poussée plus avant de K jusqu'à M, & la Fourmi s'avance sur la Régle de, i, jusqu'à, o; mais le point, o, est déja parvenu en O, c'est pourquoi la Fourmi sera aussi en O. Enfin en faisant avancer la Régle A C de M jusqu'à B, la Fourmi parcourt pendant ce temps-là l'espace o C, & parce qu'alors le point C tombe sur D, la Fourmi devra être en D, lorsque son chemin A C tombe sur B D. Par consequent la Fourmi étoit continuellement sur le Diamétre A D du parallelogramme A B D C.

§. 355. Comme le Diamétre A D du parallelogramme A B C D est toujours moindre que la somme des deux côtés A C & A B, le Corps A étant mis en mouvement par deux puissances à la fois, qui forment un Angle l'un avec l'autre, parcourra un espace plus court, que si les deux puissances eussent poussé ou tiré le Corps A, chacune séparément & en divers temps.

§. 356. Si les deux puissances, qui poussent le Corps, restent les mêmes, c'est-à-dire, restent égales, alors l'espace parcouru par le Corps dans des temps égaux, sera d'autant plus grand, que les directions, dans lesquelles les puissances agissent, s'accordent davantage entr'elles, c'est-à-dire, qu'elles font l'une avec l'autre un plus petit Angle vers le même côté; mais au contraire l'espace sera d'autant plus court, que les directions, dans lesquelles les puissances agissent, sont plus opposées l'une à l'autre, ou qu'elles forment ensemble un plus grand Angle.

Pl. VI. Fig. 2. En effet, supposons que les directions A C & A B fassent ensemble un Angle droit, le Corps A parcourra alors le Diamétre A D du rectangle A B C D. Si les directions s'accordent davantage entr'elles, & qu'elles comprennent un Angle aigu, comme $A\gamma$, A B, le Corps décrira la ligne $A\delta$ du parallelogramme $AB\delta\gamma$, formé sur les directions: Or $A\delta$ est plus grand que A D, quoique les deux lignes $A\gamma$, $\gamma\delta$ soient effectivement égales à A C, C D; mais l'Angle $A\gamma\delta$ est plus grand que A C D, c'est pourquoi $A\delta$ doit être plus grand que A D, suivant le §. 24. du Livre I d'Euclides. Si les directions sont A B, $A\kappa$, en quelque façon l'une contre

l'autre


Pl. V.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig 3.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
Fig. 9
Fig. 10.
Fig 11.
Fig 12.
Fig 13.
Fig. 14
Fig 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.

l'autre, le Corps A décrira le Diamétre AΔ du parallelogramme AκΔB : ce Diamétre AΔ est plus petit que AD, parce que l'Angle AκΔ est un Angle aigu, & plus petit que ACD.

§. 357. On connoîtra la longueur de l'espace parcouru par le Corps A, qui est tiré par deux puissances, lorsqu'on connoîtra la vîtesse, que ce même Corps reçoit de chaque puissance en particulier, & l'Angle que les deux directions forment ensemble.

Supposons en effet, que la vîtesse que le Corps reçoit de chaque puissance, soit comme AB, AC, & que l'Angle formé par les deux directions soit BAC; son Complément à deux droits sera l'Angle ABD, compris entre les deux lignes données AB, BD, par consequent on peut parvenir à la connoissance de la longueur de AD à l'aide de la Trigonométrie. Si ABD est un Angle droit, il faut seulement ajouter le Quarré sur AB au Quarré sur BD, & tirer de cette somme la Racine, qui sera égale à AD. Mais supposons que AB soit de 10 pouces, Bδ de 8 pouces, l'Angle ABδ de 130 degrés, & qu'on l'on cherche ensuite la longueur de Aδ; la prémiere chose que l'on doit faire, est de chercher les deux Angles BAδ, BδA; leur somme est $180 - 130. = 50$, ainsi leur demi-somme sera de 25 degrés. Voici quelle est la Régle dont on se sert ici : comme la somme des deux côtés AB & Bδ, c'est-à-dire, $10 + 8 = 18$, est à leur difference, $10 - 8 = 2$; de même la Tangente de la demi-somme des Angles de 25 degrés, que l'on cherche, est 4663077, à la Tangente de la demi-difference, qui est de 2 degrés 54 min : ce qui étant ajouté à la demi-somme produit 27° 58 pour le plus grand Angle AδB, & étant soustrait de la demi-somme, produit 22° 2. pour le plus petit Angle BAδ. Lorsqu'on a trouvé cela on dit, comme le sinus de l'Angle BAδ 3751459, est au côté Bδ de 8 pouces, de même le Sinus de l'Angle ABδ, 7660444 est au côté Aδ, $16\frac{1260208}{3751459}$ pouces. Pl. VI. Fig. 2.

§. 358. On connoîtra de la même maniere l'espace & la vîtesse d'un Corps, qui est poussé ou tiré par plusieurs puissances à la fois avec des directions differentes : il faut déterminer d'abord l'espace & la vîtesse du Corps, lorsqu'il est poussé par deux puissances, & concevoir cet espace & cette vîtesse comme s'ils étoient produits par une seule Cause; on doit ensuite concevoir la direction de la troisiéme puissance avec cette derniere en même temps, & voir après cela, quelle direction & quelle vîtesse elles donneront alors au Corps, en lui faisant parcourir un Diamétre du parallelogramme, produit par le premier Diamétre & par la direction de la troisiéme puissance. On doit procéder de la même maniere à l'égard de ce qui suit; mais on concevra cela plus clairement en jettant les yeux sur les Figures memes.

Que le Corps A soit poussé par la puissance E avec la vîtesse AB dans le chemin AB, & par la puissance D dans le chemin AG, avec la vîtesse AG, il faudra que A parcoure le Diamétre AH du parallelogramme ABHG; mais supposons qu'il y ait en même temps une autre puissance C, qui pousse le Corps A dans la ligne AF, & avec la vîtesse AF, il Pl. VI. Fig. 3.

 faudra

faudra qu'il se meuve dans le Diamétre AI du parallelograme AHIF, formé sur AH & AF : Mais qu'il y ait encore une autre puissance M, qui agisse en même temps sur le Corps A, & qui donne la vîtesse AK dans la direction AK, alors le Corps A devra se mouvoir dans le Diamétre AL du parallelogramme AILK, formé sur AI & AK; par conséquent le Corps A étant mu en même temps par les puissances précédentes E, D, C, M, devra courir dans le chemin AL avec la vîtesse AL.

Pl. VI. Fig. 4. §. 359. Comme la ligne AB peut être le Diamétre d'une infinité de parallelogrammes différens, comme ACBD, AFBE; il paroît, qu'un Corps peut être mis en mouvement dans le même chemin, & avec la même vîtesse par une infinité de puissances différentes : car étant poussé par les deux puissances, qui agissent dans les directions AC, AD, il se mouvra dans le chemin AB. Lorsqu'il sera poussé par les deux autres puissances, qui agissent dans les directions AF, AE, il parcourra le même chemin AB. On peut former de cette maniere une infinité de parallelogrammes, dont AB seroit le Diamétre ; de sorte qu'on pourra choisir deux puissances, telles qu'on voudra, qui produiront le même effet.

§. 360, Comme un Corps, qui est poussé ou tiré en même temps par diverses puissances, décrit une ligne droite, qu'il auroit aussi pu décrire, s'il eût été poussé par une seule puissance, & si la direction eût été dans la même ligne ; nous pourrons, au-lieu d'une seule Cause, qui mette le Corps en mouvement, en choisir plusieurs, qui fassent le même effet : ou, au-lieu de plusieurs causes, nous pourrons en poser une seule, qui produise le même effet. Ainsi, au-lieu de prendre les puissances E & D, qui meuvent le Corps de A en H, on pourra choisir la puissance P, qui pousse le Corps en droite ligne de A en H; &, au-lieu de poser la puissance P, qui fait mouvoir le Corps de A en H, on pourra prendre les deux puissances D & E, qui transportent aussi le Corps de A en H. De même, au-lieu de choisir les puissances E, D, C, M, qui font mouvoir le Corps de A en L, nous pourrons poser une seule puissance N, qui agit en ligne droite, & qui transporte le Corps A, de A en L.

(Pl. VI. Fig. 3.)

§. 361. On donne à ces considérations des puissances reunies ou séparées, le nom de *Composition & Resolution du Mouvement.* Cette Doctrine est d'une très-grande utilité pour exposer un grand nombre de Phénoménes; & on pourra même comprendre par-là, pourquoi dans le §. 356, deux puissances qui agissent en même temps sur un seul Corps, lui font parcourir un espace d'autant plus grand, que leurs directions forment ensemble un plus petit Angle : car le Corps A, tiré par deux puissances dans les directions AB, Aγ, parcourt l'espace Aδ, qui est plus grand que AD, lequel est décrit par deux puissances égales AB, AC, qui sont égales aux premieres, & qui tirent le même Corps A. On peut résoudre le mouvement Aγ en deux autres AE, & Eγ, en tant que le Corps A parcourt l'espace AE, il se meut dans la même direction AB, ce qui fait qu'il est alors tiré comme par deux puissances en même temps dans la même direction, & comme si ces deux puissances s'aidoient réciproquement,

(Pl. VI. Fig. 2.)

ment, c'eſt pour cela qu'il doit parcourir un plus grand eſpace dans la direction AB. Que l'on mene donc AB juſques en F, de ſorte que BF ſoit = AE, & que l'on tire la Perpendiculaire Fδ = Eγ, il faudra alors que le Corps tiré par les puiſſances AB + BF, & par Fδ, décrive la Diagonale Aδ.

Plus les deux puiſſances qui agiſſent enſemble ſur le Corps A, concourent l'une avec l'autre, plus grand ſera l'eſpace que le Corps parcourt : car ſi ces deux mêmes puiſſances tiroient dans la ſeule direction AB, l'eſpace parcouru par le Corps A, ſeroit = AB + AC ; mais plus les puiſſances agiſſent l'une contre l'autre, plus l'eſpace que parcourt A ſera petit. C'eſt pourquoi ſi la puiſſance B tiroit en droite ligne, ſuivant la direction AB, & que la puiſſance κ tirât à gauche, ſuivant la direction Aκ, l'eſpace que A parcourroit, ſeroit AB — Aκ, lequel eſt le plus petit eſpace qui puiſſe être parcouru par le Corps A, qui eſt tiré par ces deux puiſſances enſemble. Par conſequent tous les eſpaces parcourus par le Corps A, lequel eſt tiré par deux puiſſances égales à AB & AC, ſeront d'autant plus grands, que les deux directions ſeront plus conformes l'une à l'autre ; & ces mêmes eſpaces ſeront d'autant plus petits, que ces puiſſances concourront moins enſemble, c'eſt-à-dire, qu'elles agiront davantage l'une contre l'autre.

On peut découvrir cette concurrence ou cette oppoſition, lorſqu'on réſoud le mouvement Aγ, ou Aκ en deux autres, dont l'un ſoit paralléle à AB, & l'autre perpendiculaire. Mais comme l'action en AC, perpendiculaire à AB, ne peut être réſoluë, il ſuit que les actions ſuivant AB & AC, ne ſont ni contraires ni conformes l'une à l'autre.

§. 362. Mais continuons d'examiner encore davantage l'utilité de la réſolution du mouvement, & de rechercher de quelle maniere les Corps qui viennent à ſe toucher de biais, agiſſent les uns ſur les autres.

Soit l'obſtacle HB, contre lequel vienne choquer le Corps A, ſuivant la direction AB ; on pourra alors concevoir AB réſolu en AC, paralléle à HB, & en CB, perpendiculaire à HB ; de ſorte que le Corps A, pouſſé ſuivant CB, agit avec toutes ſes forces ſur HB ; mais en tant qu'il eſt pouſſé ſuivant AC, paralléle à HB, il ne peut agir ſur HB. Suppoſons maintenant que la vîteſſe AB ſoit de 5 degrés, les forces de ce Corps ſeront 25 ; que la longueur de AC ſoit 4, CB, 3, alors la force avec laquelle A va choquer le point B, ſera égale à 9, & la force avec laquelle il parcourt AC, ſera égale à 16. Cette Doctrine s'étend fort loin, pour déterminer les grandeurs de toutes les puiſſances, ſoit qu'elles ſe tirent, qu'elles ſe preſſent, qu'elles ſe conpriment, ou enfin qu'elles ſe pouſſent l'une l'autre obliquement. Pl. VI. Fig. 5.

§. 363. Soient trois puiſſances qui preſſent ou qui tirent, A, B, C, qui ſe rendent avec leurs directions au même point D, & qu'elles ſoient en équilibre, leurs forces ſeront alors, comme les longueurs des trois lignes droites DG, GE, DE, paralléles aux directions des puiſſances, & faiſant par leur concours le Triangle DGE ou DEF. Pl. VI. Fig. 6.

Si

Si la puiſſance B, qui tire le point D, lui eût donné la vîteſſe D G, & que la puiſſance C, qui tire le même point D, lui eût donné la vîteſſe D F, le point D auroit été mené par le Diamétre D E, du parallelogramme D G E F ; par conſequent, afin que la puiſſance A puiſſe tenir le point D en repos, il faut qu'elle ſoit ſi grande, qu'elle eût pu mouvoir le point D avec la vîteſſe D E ; mais les puiſſances, qui en preſſant mettent en mouvement des obſtacles égaux, ſont l'une à l'autre, comme les vîteſſes, avec leſquelles les obſtacles ſont mus, ſuivant le §. 152. par conſequent la puiſſance A ſera comme D E, la puiſſance B comme D G, la puiſſance C comme D F ou G E ; ainſi les trois côtés du Triangle D G E expriment les grandeurs des trois puiſſances qui tirent.

§. 364. Le Sinus de l'angle A D B eſt égal à celui de B D E, c'eſt-à-dire comme E G. Le Sinus de l'angle A D C ou E D F eſt comme E F, ou peut être exprimé par G D. Le Sinus de l'angle B D C eſt le même que celui de E G D, & celui-ci eſt exprimé par E D ; car dans tous les Triangles les Sinus des angles ſont comme les côtés oppoſés : par conſequent la puiſſance B ſera à celle de A, comme le Sinus de A D C eſt au Sinus de C D B, & la puiſſance A ſera à C comme le Sinus de C D B eſt au Sinus B D A ; de ſorte que ſi l'on connoît les angles que forment les directions des trois puiſſances qui tirent, & la grandeur d'une puiſſance, on peut connoître d'abord par les Tables des Sinus la grandeur des deux autres puiſſances qui tirent pour faire équilibre.

§. 365. On exprime auſſi les grandeurs de ces trois puiſſances qui tirent par trois lignes, poſées perpendiculairement ſur les trois directions, & qui font un Triangle par leur concours.

Pl. VI. Fig. 7. Soient les trois mêmes puiſſances A, B, C, comme au §. 363. qui ſe trouvent enſemble en équilibre : formons le Triangle D P Q de lignes paralléles aux directions. Tirons enſuite les trois perpendiculaires F E, E G, F G, ſur les trois directions des puiſſances, juſqu'à ce qu'elles forment auſſi par un Triangle leur concours. Qu'on prolonge B D juſques en M, C D juſques en N ; alors le Triangle D M K ſera ſemblable à H M E ; par conſequent l'angle M D K = H E M = H D F = D P Q. Le Triangle D N K ſera auſſi ſemblable à L N G, & l'Angle N D K = L G N = P D Q. C'eſt pourquoi dans le Triangle E F G, l'Angle E F G = P D Q : ainſi les deux Triangles E F G, P D Q ſont ſemblables, & le côté E G exprimera la puiſſance A, E F marquera la puiſſance B, & F G indiquera la puiſſance C.

Cette propoſition eſt d'une grande utilité pour déterminer les grandeurs de trois puiſſances, qui ſont enſemble en équilibre, comme cela paroîtra par les exemples ſuivans.

Pl. VI. Fig. 8. §. 366. Soit le Plan incliné A B, ſur lequel ſoit poſé le poids C, qui eſt ſoûtenu par la puiſſance D : on verra clairement, qu'il y a ici trois puiſſances. 1°. Le Plan incliné, qui ſoûtient le poids C en G, & qui agit ſuivant la direction G C. 2°. La peſanteur du poids C, qui agit perpendiculairement ſur l'Horiſon. 3°. La puiſſance qui tire P. Tirons trois lignes

lignes droites, O D, D A, O A, perpendiculaires aux trois directions, & qui forment le Triangle O D A, le côté D A exprimera la grandeur du poids C. O A marquera combien le Plan agit pour soûtenir C, & O D fera voir la grandeur de la puissance P.

§. 367. Soit le Corps C entre les deux Plans inclinés A B & D B, il se trouvera encore ici trois puissances, qui seront exprimées par les côtés du Triangle E B G, qui sont posés perpendiculairement sur les directions des puissances qui agissent. Pl. VI. Fig. 9.

En effet, si l'on tire du centre de pesanteur C, les lignes C H, & C K sur les points qui touchent les Plans, alors le Plan A B agira sur C, suivant la direction H C, & le Plan D B suivant la direction K C; mais A B & D B tombent perpendiculairement sur H C & K C, de même aussi E G tombe perpendiculairement sur L C, qui est la direction de la pesanteur, c'est pourquoi les côtés du Triangle E B G exprimeront la grandeur des trois puissances. E B représente l'action du Plan A B. G B indique l'action du Plan D B, & E G marque la pesanteur du poids C.

Comme les deux côtés E B, B G du Triangle, sont plus grands que le côté E G, l'action du Corps C contre les deux Plans inclinés E B, B G sera plus grande, que l'action de la pesanteur.

2°. Plus les Plans A B, B D sont inclinés, plus l'action du Corps C sera grande contr'eux, car alors la ligne E G qui exprime la pesanteur, sera plus petite à l'égard de E B, B G.

3°. Si les deux Plans, qui sont également inclinés, forment l'Angle A B D de 60 degrés, la somme des actions du Corps C contre les deux Plans sera double de la pesanteur de C. En effet, E B G sera alors un Triangle équilatéral, dont la somme des deux côtés E B, B G, est double de E G.

4°. Si les deux Plans A B, B D forment l'Angle A B D de 90 degrés, l'action de C contre les deux Plans sera comme les deux côtés d'un Triangle rectangle à sa base.

5°. Soit le Levier recourbé B D N, dont l'orgueil ou le point d'appui est en D, le Corps C est attaché au point B, & le Corps P est suspendu à l'autre bras N. Pour connoître quelle doit être la pesanteur de ces deux Corps C & P, pour faire équilibre, il paroît suivant le §. 289. qu'il faut tirer du centre de pesanteur en C la ligne perpendiculaire C R sur l'horison & tirer sur elle la perpendiculaire D R; il faut donc alors que C soit à P, comme N D est à D R. Mais supposons que A M soit une planche bien unie & plate, & que le même Corps C venant à se lâcher presse sur le point B, alors C agira avec beaucoup plus de force, de sorte que P devra être beaucoup plus grand, pour faire équilibre. Il se trouve en effet ici trois puissances, la planche A M presse C dans la direction H C, le Plan incliné D B presse dans la direction B C, & la troisiéme puissance est le poids C, qui agit dans la direction R C. C'est pourquoi si on forme ici un Triangle, dont les côtés tombent perpendiculairement sur les directions Pl. VI. Fig. 15.

des puissances, comme R B D, alors R D exprimera la pesanteur du poids C, & B D marquera son action contre le Levier B D, de sorte que P devra être à C, comme B D, est à D N. C'est une chose qui est en effet fort surprenante, que le même Corps qui ne change pas de place, agisse tantôt plus, tantôt moins, selon qu'il est ou libre ou attaché; cependant les Observations confirment le raisonnement.

§. 368. De la même maniere que nous avons déterminé la grandeur de trois puissances, on peut aussi en établir quatre, cinq, six, & même davantage, qui, tirant ensemble, restent en équilibre.

Pl. VI. Fig. 10. En effet, supposons-en quatre B, D, E, F, qui tirent en même temps le point C. Qu'on prenne à volonté sur C B le point O, duquel on doit tirer A O, paralléle à C D, ensuite D A paralléle à C O, & alors on tire le diamétre A C du parallélogramme A D C O. Celui-ci doit être mené par C jusques en a, de sorte que C a soit égal à A C. Qu'on tire alors a E paralléle à C F; & enfin, a F paralléle à C E. Maintenant les grandeurs des puissances, qui sont en équilibre, devront être comme C O, C D, C E, C F.

Car les deux puissances D & B, qui tirent avec la force de C D, C O, feront avancer le Corps C de C jusques en A, c'est pourquoi pour faire rester le Corps en repos, il faut qu'il y ait une force, qui tire en même temps le Corps de A jusques en C. Les deux puissances E & F pourront faire cela, avec leurs forces C E, C F, car agissant seules, elles tireront C de C jusques en a, & alors A C est = C a: par consequent ces quatre puissances, qui tirent ensemble C, seront en équilibre, si D est = D C, B = O C. E = E C. & F = F C.

Pl. VI. Fig. 11. §. 369. Supposons qu'il y ait cinq puissances B, D, E, F, G, qui tirent le point A, & qui soient ensemble en équilibre. On prend d'abord sur A G le point G, à volonté, & on tire alors G h, paralléle à A F & F h, paralléle à A G, ensuite le diamétre A h, du parallélogramme A F h G: de cette maniere A h seroit parcouru, si les deux puissances F & G étoient égales à A F, A G.

On prend de même à volonté le point D sur A D, & l'on tire D C paralléle à A E; & du point E la droite E C, paralléle à A D, ensuite le diamétre A C, qui seroit décrit par le point A, si il étoit tiré par la puissance D = A D, & la puissance E = A E.

Maintenant on doit prolonger B A, & tirer de C la ligne C b, paralléle à A h, & h b, paralléle à A C; de cette maniere la puissance B devra être égale à A b. En effet les quatre puissances G & F, de même que D & E, qui agissent dans les directions A C & A h, meneroient le point A jusques en b: par conséquent on doit avoir une puissance égale, qui fasse résistance, c'est-à-dire B égal à b A, pour tenir A en repos, & afin que tout reste en équilibre.

Pl. VI. Fig. 6*. §. 370. Si l'on suppose deux puissances égales C, c, qui tirent le Corps A suivant les directions A C, A c, que l'on suppose de même longueur, & que l'on tire ensuite par les points C, c, une ligne droite, & la

& la perpendiculaire AB ſur le milieu de Cc ; le même effet ſera toujours produit par les deux puiſſances égales, qui agiſſent dans des directions également éloignées de chaque côté de AB, & dont chacune eſt auſſi grande que AD, ou AE, AF.

En effet, les deux puiſſances C, c, tranſporteront le Corps A au-delà de l'eſpace = 2 AB. Les deux puiſſances AD ; AD feront auſſi la même choſe. Les deux autres puiſſances AE, Ae, ou les deux AF, Af, feront auſſi de même ; c'eſt pourquoi deux d'entre ces puiſſances produiſent le même effet.

§. 371. Si donc les deux puiſſances C c, tiroient le Corps A ſuivant les directions AC, Ac, & que les deux puiſſances D, d, repouſſaſſent le Corps A avec les directions DA, dA, alors le Corps A reſteroit en repos, puiſque les puiſſances D, d, agiſſent dans une direction oppoſée avec la même force que les puiſſances C, c ; car tandis que les puiſſances C, c, tirent le Corps ſuivant la direction AB, & au-delà de l'eſpace = 2 AB, les puiſſances D, d, pouſſent le Corps A ſuivant la direction BA, au-delà de l'eſpace = 2 BA.

§. 372. Nous avons vu juſqu'à préſent, de quelle maniere les puiſſances qui tirent & qui pouſſent agiſſent les unes ſur les autres : ces puiſſances ne ſont autre choſe que des preſſions ou des forces mortes ; mais conſiderons maintenant comment un Corps, qui a un mouvement libre, ſera mu avec des forces vivantes, qu'il reçoit de diverſes puiſſances qui agiſſent en même temps.

§. 373. Suppoſons que le Corps A ſe meuve dans la ligne AX, avec la vîteſſe AB ; ſi l'on veut enſuite, que ce Corps s'avance dans la même ligne avec la vîteſſe AC, les forces requiſes pour cet effet devront être telles, qu'elles ſoient égales à la différence des deux quarrés ſur AC & AB. En effet un Corps, qui ſe meut librement, a toujours des forces, qui ſont égales aux quarrés des vîteſſes ; par conſequent, parce que le premier a des forces égales au quarré ſur AB, & qu'il a enſuite des forces égales au quarré ſur AC, il doit auſſi après cela recevoir des forces qui ſoient égales à la différence des deux quarrés ſur AB & AC. Pl. VI. Fig 16.

§. 374. Que le Corps A ſoit frappé avec un Marteau ſuivant la ligne AB, & qu'il ſoit en même temps frappé par un autre Marteau ſuivant la ligne AC, qui eſt poſée perpendiculairement ſur AB, & avec la vîteſſe AC, il devra s'avancer dans le diamétre AD, & recevoir la vîteſſe AD. Pl. V. Fig. 17.

Car le mouvement avec lequel il ſe meut en AB n'eſt pas contraire & ne concourt pas avec celui de AC ; de ſorte que le Corps qui ſe meut dans la ligne AB, ſe trouve comme en repos à l'égard du mouvement de AC. Les forces excitées dans le Corps pour la vîteſſe AB, ſont comme le quarré ſur AB, & les forces qui ſont requiſes pour la vîteſſe de AC, ſont comme le quarré de AC ; de ſorte que la ſomme des forces en A, doit être comme la ſomme des deux quarrés ſur AB & AC ; mais le quarré ſur la diagonale AD eſt égal aux deux quarrés ſur AB & ſur AC,

 de

de maniere que la somme des forces est comme le quarré sur A D, c'est pourquoi la vîtesse de A doit être comme A D, & le Corps doit par consequent se mouvoir dans la ligne A D. Nous avons à présent ici les vrayes forces vivantes dans le Corps A, qui se meut librement. Lorsque ce même Corps A se meut avec la vîtesse A B & A C, la somme des forces reste en cet endroit, & la vîtesse est seulement A D. Il est impossible que A D soit $=$ A B $+$ A C : mais $\overline{AD}^q$ est $= \overline{AB}^q + \overline{AC}^q$; de sorte que les vrayes forces vivantes dans ce Corps sont comme les quarrés des vîtesses.

Pl. VI. Fig. 17. §. 375. Si le Corps A, étant frappé par un Marteau, reçoit la vîtesse A B, & si il est frappé par un second Marteau avec la vîtesse A C dans la direction A C, qui forme un angle aigu avec A B, il ne recevra pas la vîtesse de A D, qui est le diamétre du quarré A B D C.

En effet le Corps A, frappé par les deux Marteaux, reçoit seulement des forces, qui sont égales aux quarrés formés sur A B & A C ; mais pour avoir la vîtesse de A D, il devroit avoir des forces égales au quarré sur A D. Or le quarré sur A D est plus grand que les deux quarrés sur A B & A C ; de sorte qu'il est impossible, que le Corps reçoive la vîtesse de A D. Euclide a démontré, que le quarré sur A D est $= \overline{CD}^q + \overline{CE}^q + 2\,\overline{DCE}^r + \overline{AE}^q$; de sorte que, si le Corps recevoit la vîtesse de A D, il devroit encore recevoir les forces de $2\,\overline{DCE}^r$, qui est l'excès des forces, communiqué par les deux Marteaux, dont les forces sont $\overline{AB}^q + \overline{AE}^q + \overline{EC}^q$, mais 2 D C E sont égales à la différence des quarrés sur EC, ED. Cela paroît par ce qui précéde ; car lorsque le Corps a les forces de $\overline{DE}^q + \overline{AE}^q$, il continuera d'avancer avec la vîtesse A D, c'est pourquoi les deux Marteaux qui ont produit la vîtesse A B & A C, n'ont pu communiquer la vîtesse A D.

§. 376. Si donc le Corps A, venant à être frappé par les deux Marteaux en même temps, reçoit les vîtesses A B & A C, qui forment ensemble un angle aigu, comme B A C dans la Figure 17, ce Corps aura besoin de plus de force pour se mouvoir avec la vîtesse de la diagonale de son parallélogramme A B D C, & toujours d'autant plus grande que l'angle des deux directions A B & A C est plus aigu.

Car si l'on conçoit, que la ligne A C s'approche de A B, E C devient plus grand, & par consequent le parallélogramme D C E devient aussi plus grand ; mais il faudroit que les forces, que devoit avoir le Corps A, pour se mouvoir avec la vîtesse de la diagonale A D, fussent plus grandes que celles qui ont été communiquées par les deux Marteaux, & qui sont égales à $2\,\overline{DCE}^r$, c'est pourquoi $\overline{DCE}^r$ augmentant continuellement d'autant plus que l'angle B A C devient plus aigu, il auroit aussi besoin de plus de force pour se mouvoir avec la vîtesse de la diagonale ; c'est pourquoi il continuera de parcourir une plus petite partie proportionnelle de chaque diagonale, avec les forces qu'il a reçuës des deux Marteaux.

§. 377.

§. 377. Et parce que E C est le plus grand, lorsqu'il tombe sur A B, c'est-à-dire, lorsque les deux Marteaux agissent dans la même direction, 2 D C E donnera donc à connoître le plus grand besoin de forces, pour faire mouvoir A avec la vîtesse A C + A B.

§. 378. Si le Corps A, étant frappé par un Marteau, reçoit la vîtesse A D; & qu'en même temps qu'il est frappé par un autre Marteau il reçoive la vîtesse A E, suivant une direction qui forme un angle obtus avec A D, & que de cette maniere il agisse contre A D, le Corps A recevra une plus grande vîtesse, que celle qui est exprimée par le diamétre A B du parallélogramme A D B E. Pl. VI. Fig. 18.

Car on peut résoudre le mouvement de A E en deux A G & G E, qui forment ensemble un angle droit; de sorte que les forces suivant A E, étant comme $\overline{AE}^q$, se trouvent égales aux forces suivant les autres directions $\overline{AG}^q + \overline{GE}^q$. Si on laisse tomber de B la ligne perpendiculaire B H, D H sera égal à A G. Maintenant les forces A G & A D agissent directement l'une contre l'autre, & il faut par consequent que toutes les forces de A G, c'est-à-dire, de D H se perdent; de sorte que les forces suivant A D venant à rester, sont $\overline{AD}^q - \overline{DH}^q$, qui sont $= \overline{AH}^q + 2\overline{AHD}^r$, & les forces suivant G E restent aussi, c'est-à-dire, suivant H B, de maniere que A sera mu avec les forces $\overline{AH}^q + 2\overline{AHD}^r + \overline{HB}^q$. Mais cette somme est plus grande que $\overline{AB}^q$, par consequent le Corps sera mu avec une plus grande vîtesse, qu'il n'est exprimé par la ligne A B.

CHAPITRE XI.

De la descente des Corps pesans sur le Plan incliné.

§. 379. SI le Corps pesant A roule de haut en-bas sur le Plan incliné Pl. VI.
A B, il sera mu d'un mouvement composé de C B, paralléle à Fig. 12.
l'Horison, & de A C, perpendiculaire à l'Horison. En tant que ce Corps se meut avec le mouvement A C, il tombe comme un Corps pesant & libre; mais tous les Corps qui tombent se meuvent avec un mouvement accéléré, par consequent le Corps pesant A tombe en roulant sur le Plan incliné A B avec un mouvement accéléré. C'est pourquoi les espaces qu'il parcourt seront, à compter depuis le commencement de son mouvement, comme les quarrés des temps, dans lesquels il s'est mu, ou comme les quarrés des dernieres vîtesses qu'il a reçuës: & les forces qu'il a reçuës, pendant ce mouvement, seront comme les espaces parcourus: tout cela est une suite naturelle de ce qui a été dit aux §. 225, 226. Les vîtesses que A reçoit, en tombant perpendiculairement de A en C, & de A en B sur le Plan, seront aussi égales; puisque le Corps qui vient de A en C, & en B, a descendu tout autant.

§. 380. Comme la force de la pesanteur de A vers B, sur le Plan incliné A B, est à celle de A vers C, dans la perpendiculaire A C, comme A C est à A B, suivant le §. 318. quel que soit le point de ces deux espaces où le Corps A puisse être, les vîtesses, produites par ces deux forces, seront comme A C est à A B; & par consequent les espaces parcourus seront en même proportion dans des temps égaux. C'est pourquoi l'espace parcouru en A B sera à celui d'un Corps pesant qui tombe librement, décrit dans le même temps, comme A C est à A B.

§. 381. Si l'on tire C D perpendiculairement sur A B, les deux Corps qui tombent en même temps de A décriront, l'un la ligne perpendiculaire A C, & l'autre la ligne A D sur le Plan incliné A B: parce que A B, A C : : A C, A D.

Pl. VI. Fig. 12. §. 382. Soit encore un autre Plan incliné A E, aussi haut que le précédent: que l'on mene du même point de l'Horison C la ligne perpendiculaire sur A E, il tombera en même temps un Corps pesant de A jusques en F, de même qu'un autre de A jusques en D, sur l'autre Plan incliné A B. En effet, un Corps qui tombe perpendiculairement en-bas vient de A jusques en C dans le même temps qu'un autre Corps passe de A jusques en F sur le Plan A E, suivant le §. 381; mais il y a en même temps un Corps qui roule de A jusques en D sur le Plan incliné A B, par consequent les deux espaces A F & A D sont parcourus en même temps.

§. 383. Le temps, dans lequel A F est parcouru, est à celui, dans lequel A E est parcouru, comme la racine de AF, que l'on suppose être un quarré, est à celle de A E, que l'on pose aussi comme un quarré, c'est-à-dire, comme la longueur A C est à A E: car A F, A C : : A C, A E. Le temps sur lequel A D est parcouru, est au temps, sur lequel A B est parcouru, comme la racine de A D, en concevant A D comme un quarré, est à celui de A B, c'est-à-dire, comme A C est à A B: car A D, A C : : A C, A B; par consequent le temps, dans lequel A E est parcouru, sera au temps sur le Plan A B, comme la longueur A E, est à la longueur A B.

Pl. VI. Fig. 13. §. 384. Si le Diamétre du cercle A C est posé perpendiculairement sur l'horison B C, & que l'on tire des extrémités du Diamétre A ou C quelques cordes à volonté comme A F, A D, AC, A M, A L, FC, DC, elles seront toutes parcoûruës en même temps par un Corps pesant.

En effet, comme l'Angle est droit dans un demi cercle, C F sera perpendiculaire sur A F, c'est pourquoi les espaces A C & A F seront parcourus en même-temps; & pour la même raison les lignes A C & A D seront aussi parcouruës dans le même temps par un Corps pesant. Maintenant, que l'on mene A M paralléle à D C, & A L paralléle à F C, alors A M sera $=$ D C, & A L $=$ F C; mais A M est parcouru par un Corps pesant en même temps que A C; par consequent D C est aussi parcouru dans le même temps: A L est de même parcouru en même temps, que A C, c'est pourquoi aussi F B; par consequent toutes les cordes, tirées dans

dans ce cercle, & qui se terminent en A ou C, seront décrites ou parcouruës en même temps.

§. 385. Les vîtesses, que les Corps pesans acquierent sur la fin en parcourant ces cordes, que l'on conçoit comme des Plans Inclinés, sont comme les longueurs de ces cordes, qu'ils ont parcouruës. Pl. VI. Fig. 13.

La vîtesse, que reçoit sur la fin un Corps, qui tombe de O en C, est aussi grande que celle qu'il reçoit, après qu'il a parcouru F C, en passant de F en C, suivant le §. 379. De même aussi la vîtesse, que reçoit un Corps, qui tombe de P en C, est aussi grande, que celle qu'il reçoit sur la corde D C, depuis le point D jusques en C. Mais la vîtesse, que reçoit un Corps, qui tombe de A en C, est à celle que reçoit un Corps, après qu'il est tombé de O en C, comme la Racine de la longueur A C, conçuë comme un quarré, est à la racine de la longueur O C, conçuë comme un quarré; mais ces racines sont comme les longueurs AC & FC, parce que AC, F C : : FC, OC. La vîtesse que reçoit un Corps, lorqu'il tombe de A en C, est aussi à la vîtesse que reçoit un Corps, qui tombe de P en C, comme la racine de la longueur AC est à la racine de la longueur P C, suivant le §. 384, c'est-à-dire, comme A C est à D C : par ce que A C, D C : : DC, P C; par consequent la vîtesse, que reçoit un Corps, après être tombé de F en C, est à celle qui est reçuë par un Corps, qui tombe de D en C, comme la longueur F C est à la longueur de D C.

§. 386. Si un Corps roule, de quelque hauteur que ce soit, sur divers Plans A B, B C, CD, qui sont contigus, de quelque maniere qu'ils puissent être inclinés, il recevra, en arrivant au point d'en-bas D, la même vitesse, que si il étoit tombé de N en D. Pl. VI. Fig. 14.

Soit la ligne F N paralléle à l'horison; qu'on tire du point d'en-bas du premier Plan, B O perpendiculaire à l'horison; que l'on prolonge aussi C B en-haut jusques sur le point E de l'horison, en sorte que C B E soit une ligne droite : on doit ensuite mener de C, qui est le point inférieur du second Plan, la ligne perpendiculaire C M en-haut; que l'on prolonge aussi D C, jusqu'à ce qu'il vienne en F sur l'horison, & après qu'on aura fait cela la démonstration sera facile.

En effet, tandis que le Corps passe de A en B, il reçoit en B la même vîtesse, que s'il étoit descendu de O en B, ou que s'il étoit tombé de E en B; c'est pourquoi il continuera de rouler sur B C avec ce mouvement, après être venu de A en B, comme s'il avoit passé de E en B, & qu'il ne cessât de s'avancer sur le même Plan E B C; mais en roulant sur E B C, il reçoit en C la même vîtesse, comme s'il étoit tombé de M en C : partant s'il eût passé de F en C, il auroit eu la même vîtesse : c'est pourquoi après avoir parcouru BC, il continue de rouler sur C D, comme s'il étoit venu de F en C, & qu'il continuât à se mouvoir : ce qui fait qu'arrivant enfin en D, il reçoit la même vitesse, comme s'il étoit venu de F en D, ou comme s'il étoit tombé perpendiculairement de N en D; de sorte que ce Corps, après avoir roulé de A sur A B, B C

CD,

CD, reçoit la même vîtesse en D, que lorsqu'il tombe de N en D.

Pl. VI. Fig. 14. §. 387. Comme on peut concevoir une ligne courbe, comme étant composée d'un très-grand nombre de petites lignes droites contiguës, & qui forment des Angles entr'elles; une ligne courbe ne sera autre chose, qu'un assemblage de divers Plans A B, B C, C D, contigus: de maniere qu'un Corps pesant étant mu de A en D sur cette sorte de ligne courbe, recevra au plus bas point D la même vîtesse, que si il étoit tombé perpendiculairement de N en D, c'est-à-dire, de la hauteur N D.

§. 388. Par consequent, soit qu'un Corps pesant se meuve sur une ligne courbe, ou sur quelques petits Plans contigus, il recevra au plus bas point D une telle vîtesse, avec laquelle il pourra remonter jusqu'à la même hauteur de laquelle il étoit descendu; & il en sera aussi de même, soit qu'il doive remonter sur un seul Plan, ou sur plusieurs qui seroient contigus, ou perpendiculairement en-haut, ou sur des lignes courbes; car, suivant le §. 229, un Corps pesant reçoit dans sa chute une vîtesse, avec laquelle il peut remonter jusqu'à la même hauteur d'où il étoit tombé.

§. 389. Si deux Corps pesans descendent sur deux Plans également inclinés & proportionnels en longueur, les temps qu'ils employeront à parcourir ces Plans, seront comme les racines des longueurs de ces Plans.

Pl. VII. Fig. 1. Soient les deux Plans A B, B C contigus, & D E, E F aussi contigus, que A B soit paralléle à D E, & B C paralléle à E F, de sorte que l'angle ABC soit égal à DEF. Que A G, D H, soient paralléles à l'horison; que l'on méne C B jusques en G, & F E jusques en H, toutes deux terminées dans la ligne de l'horison: on suppose, que A B. DE : : BC, EF; ainsi les longueurs des Plans sont en même proportion. Les deux Angles A B G, D H E sont égaux, de sorte que A B, D E : : B G, E H; mais parce que A B est à D E : : B C, E F, on a B G. E H : : B C, E F; c'est pourquoi B G. B C : : E H, EF. & en composant B G + B C. BC : : E H + E F. E F. c'est-à-dire, B G + B C à E H + E F : : BC. EF : : B G. E H : : A B, D E. Maintenant le temps, dans lequel le Plan A B est patcouru, est à celui, dans lequel D E est parcouru, comme la racine de la longueur de A B, est à la racine de la longueur de D E, parce que A B & D E sont comme des portions d'un seul & même Plan. Le temps, dans lequel G C est parcouru, est à celui dans lequel H F est parcouru, comme la racine de la longueur de G C, est à celle de H F, & le temps, dans lequel G B est parcouru, est à celui de H E, comme la racine de la longueur de G B, est à la racine de H E: par consequent le temps, dans lequel B C est parcouru, est au temps, dans lequel E F est parcouru, comme la racine de la longueur de B C, est à la racine de la longeur de E F; ainsi le temps, dans lequel A B + B C est parcouru, est au temps dans lequel D E + EF est parcouru, comme la racine des longueurs A B + B C, est à la racine des longueurs D E + E F. Supposons que A B + B C soit une longueur de 9 pieds, & D E + B C une longueur de 4 pieds, les racines de ces longueurs seront, 3, & 2; maintenant le temps, dans lequel A B + B C est parcouru, sera au temps sur D E + E F, comme 3 à 2.

§. 390.

§. 390. Si l'on suppose deux lignes courbes D E, & A B semblables & posées de la même maniere, elles ne différent pas des Plans contigus, inclinés également, & proportionnels: par consequent le temps, dans lequel D E est parcouru, sera au temps, dans lequel A B est parcouru, comme la racine de la longueur D E est à celle de A B. Pl. VII. Fig. 2.

CHAPITRE XII.

Du Mouvement de Vibration ou ou d'Oscillation.

§. 391. LE *Pendule* est un Corps pesant, suspendu à un fil fort mince, & qui peut se mouvoir autour de l'une de ses extrêmités, comme autour de son centre.

Que l'on conçoive le fil B A comme étant sans aucune pesanteur, & de plus parfaitement fléxible à l'extrêmité B; que l'on se représente encore, qu'il puisse se mouvoir sans frottement d'un mouvement reciproque autour du point B, & qu'il soit suspendu dans le vuide, afin qu'il n'y ait aucune resistance, alors les propositions suivantes auront lieu. Pl. VII. Fig. 3.

§. 392. Si le Pendule B A passe de sa situation perpendiculaire à l'horison dans quelque autre situation, comme B C. & qu'il reste ensuite entierement libre, alors il descendra par la force de sa pesanteur, autant qu'il sera possible, jusqu'à ce qu'il soit retabli de nouveau dans la situation B A, où le Corps A est situé dans l'endroit le plus bas, où il puisse arriver. Le Pendule, en descendant de C en A, a reçu une telle vîtesse, qu'il peut remonter avec cette même vîtesse vers le côté opposé jusqu'à la même hauteur A D, d'où il étoit descendu, suivant le §. 388. Mais parce qu'il se meut autour du centre B, il décrit par son mouvement l'Arc d'un cercle. Après être remonté vers le côté opposé jusques en D, son mouvement se trouve déja anéanti, & il commence par consequent à descendre par sa pesanteur jusques en A, d'oû il s'éleve jusqu'à C. Ce mouvement de haut en-bas & de bas en-haut du Pendule est ce que nous appellons *Vibration* ou *Oscillation* du Pendule.

§. 393. Comme le Pendule B A, élevé jusques en C, & retombant ensuite par sa pesanteur, reçoit une vîtesse avec laquelle il peut monter jusqu'à la même hauteur, comme A D, & que tombant de D vers A, il peut encore remonter jusques en C; il doit arriver, qu'un Pendule, qui est une fois mis en mouvement, ne cessera jamais de faire ses Vibrations, & qu'il les fera même dans des temps égaux, en passant de C par A jusques en D, & de D par A jusques en C.

Cela ne peut guére être bien démontré par aucune Expérience; car il n'y à aucun moyen à l'aide duquel on puisse rendre un lieu vuide de toute matiere, puisque le Feu & la Lumiere pénétrent dans tous les Vaisseaux; & comme ils sont l'un & l'autre corporels, ils resistent par consequent aux autres Corps, qui s'y meuvent.

2°. Le fil, quelque fléxible qu'il puiſſe être, a toujours une eſpéce de roideur, ce qui l'empêche de pouvoir ſe plier ſans réſiſtance autour de B: cette réſiſtance, qui vient de la roideur du fil, jointe à la réſiſtance de la matiere qui ſe trouve toujours dans toute ſorte d'eſpaces, fait que le Pendule perd ſon mouvement après quelques Vibrations, & qu'enfin il reſte entierement en repos.

§. 394. Si l'on ſuppoſe, que le Pendule B A ſoit fort long, & qu'il décrive par ſes Vibrations un très-petit arc de cercle, comme F A, il ſe mouvra dans une ligne, qui ne différe preſque pas de la corde F A: c'eſt pourquoi s'il ſe meut d'une demi-Vibration F A, cela ſe fera dans le même-temps, dans lequel un autre Corps peſant venant à tomber perpendiculairement, décriroit le Diamétre entier du cercle, c'eſt-à-dire, deux longueurs B A de ce Pendule, ſuivant le §. 384. Mais s'il décrit l'arc entier F A G, en faiſant ſes Vibrations, alors s'écoulera le temps, dans lequel un autre Corps venant à tomber décrira quatre Diamétres de cercle, ou huit longueurs A B de ce Pendule.

En effet, lorſque le Pendule tombe de F en A, il monte en même-temps de A en G; mais les eſpaces, que les Corps peſans parcourent en tombant, ſont comme les quarrés des temps; de ſorte que le Corps qui tombe perpendiculairement, & qui décrit deux fois B A dans le même-temps, lorſque le Pendule ſe meut en F A, devra décrire huit fois B A dans le temps auquel le Pendule ſe meut en F A G.

Pl. VII. Fig. 4. §. 395. Si deux Pendules A B, C D, de diverſes longueurs, décrivent des Arcs de Cercle égaux E B F, G D H, les temps de leurs Vibrations ſeront comme les Racines des longueurs A B, C D.

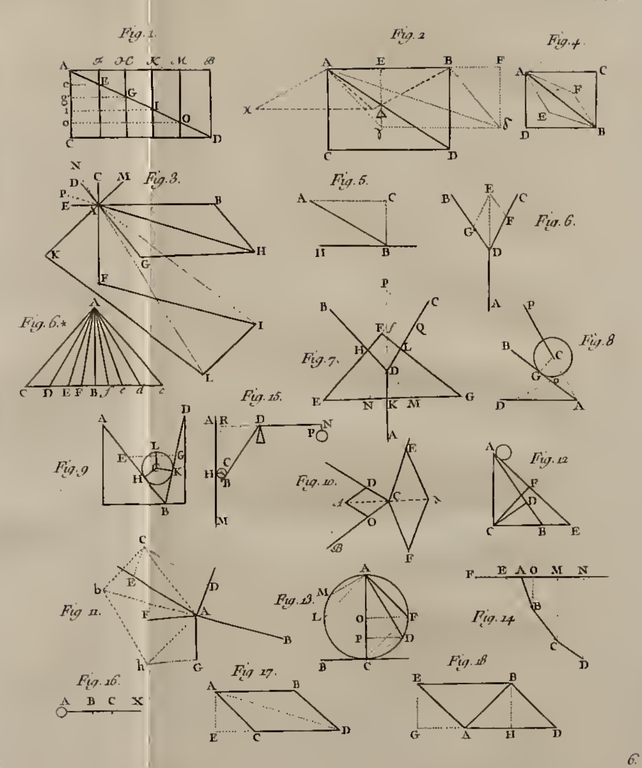
Suivant le §. 388 le temps dans lequel un Corps peſant parcourt E B, eſt au temps, dans lequel il parcourt une ligne G D ſemblable, & poſée de la même maniere, comme la Racine de la longueur de E B eſt à celle de G D. Mais les Arcs ſemblables des Cercles ſont comme leurs Rayons A B, C D, c'eſt pourquoi le temps, employé à parcourir E B, ſera à celui de G D, comme la Racine de la longueur A B eſt à celle de C D.

§. 396. Par conſequent, les longueurs des Pendules A B, C D, ſont comme les Quarrés des temps où ſe font les Vibrations.

Si le Pendule A B eſt de la longueur de 4 pieds, & C D d'un pied, le temps où il tombe de E juſqu'à B, ſera au temps de G en D, comme 2 à 1. car les Quarrés de ces nombres ſont comme 4 à 1.

Comme tous les Corps, & par conſequent auſſi les Pendules, qui ſont la plupart de fer ou de cuivre, s'allongent pendant l'Eté, par la chaleur, & ſe raccourciſſent enſuite par le froid qui regne en Hiver, il ſuit, que les Horloges doivent aller plus vîte en Hiver, & plus lentement en Eté. Wendelinus eſt le prémier qui ait fait cette découverte, & quoiqu'on n'ait pas voulu y ajouter foi dans le commencement, on n'a pas laiſſé cependant de trouver dans la ſuite, que cela étoit conſtamment vrai.

Cela fait, qu'il n'eſt pas du tout poſſible de bien meſurer le temps pendant toute une année, à l'aide d'une Pendule, quelque bien faite qu'elle


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 6.*
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 15.
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 12
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 14
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18
6.

qu'elle puiſſe être, ſans que l'on ſoit obligé ou d'allonger le Pendule pendant l'Hiver, ou de prendre en même temps d'autres meſures. Monſieur Graham a tâché de remédier à cet inconvénient, en attachant à la partie inférieure du Pendule un tuyau de Verre avec du Mercure ; la chaleur de l'Eté fait dilater ce liquide, qui s'éléve, & raccourcit en quelque ſorte le Pendule, que la chaleur avoit rendu plus long, de ſorte que le centre de Vibration reſte à la même diſtance du centre de mouvement. En Hiver le Mercure tombe au fond du tuyau, & fait, quoique le Pendule ſe racourciſſe, que le centre de Vibration reſte encore à la même diſtance du centre de mouvement. Cette invention eſt très-belle, & mérite d'être eſtimée : on peut la trouver dans les Tranſactions Philoſophiques N°. 392.

§. 397. La vîteſſe, que reçoit un Pendule au dernier point de ſa chute, eſt comme la corde de l'Arc, qu'il décrit en deſcendant.

Suppoſons que le Pendule A B décrive l'Arc D B, dont la Soutendante eſt la ligne droite D B : tirons la ligne D E perpendiculaire à A B, la vîteſſe du Corps peſant, qui a paſſé de D juſqu'à B, ſera égale à celle de E juſqu'à B ; mais la vîteſſe de E juſqu'à B, eſt à celle de G juſqu'à B, comme la Racine de la longueur E B, eſt à la racine de G B, c'eſt-à-dire, comme B D eſt à G B. Il en eſt de même à l'égard de la vîteſſe d'un Corps, qui paſſe de C juſqu'à B, laquelle eſt égale à celle qui tombe perpendiculairement en-bas de F juſqu'à B ; mais la vîteſſe que reçoit le Corps, qui tombe perpendiculairement de F en B, eſt à celle de G en B, comme la Racine de F B eſt à celle de G B, c'eſt-à-dire, comme C B eſt à G B : par conſequent, la vîteſſe de D juſqu'à B, eſt a celle de C juſqu'à B comme la Soutendante D B eſt à la Soutendante C B. Pl. VII. Fig. 5.

Si par conſequent on tire des Soutendantes du point inférieur B, dont les longueurs ſoient 1, 2, 3, & qu'on les inſcrive dans le Cercle, on coupera de cette maniere les Arcs B 1, B 2, B 3, &c. d'où le Pendule venant à tomber, il recevra au point B des vîteſſes, qui ſeront comme 1, 2, 3 ; & c'eſt ainſi par conſequent qu'on peut donner à un Corps peſant pluſieurs degrés de vîteſſe. C'eſt ſur ce principe qu'on a fait la Machine de percuſſion, par le moyen de laquelle on peut voir, combien de degrés de vîteſſe on communique à un Corps, & à l'aide de laquelle on peut faire cela à volonté.

§. 398. Si l'on ſuppoſe deux Pendules C P, c p, dont les longueurs ſoient entr'elles, comme les forces de la peſanteur, qui les mettent en mouvement, leurs Vibrations continueront également, c'eſt-à-dire, elles feront leurs Vibrations en même temps. Pl. VII. Fig. 6.

Concevons que les Pendules décrivent des Arcs ſemblables, alors les peſanteurs auront toujours entr'elles la même proportion dans les points de ces Arcs qui répondent l'un à l'autre, & elles produiront par conſequent des vîteſſes, qui ſeront comme les longueurs des Pendules, c'eſt-à-dire, comme les longueurs des Arcs ſemblables, qui ſeront parcourus dans des temps égaux.

§. 399. Si les deux Pendules C P, c p, sont reduits à la même longueur, alors les temps, dans lesquels ils font leurs Vibrations, seront en raison inverse des Racines de leurs pesanteurs.

Soit c q = C P. alors le temps de la Vibration de c q sera à celui de c p, comme la Racine de c q est à celle de c p; mais le temps de la Vibration de c p est égal à celui de C P, c'est pourquoi le temps de la Vibration de c q est à celui de C P, comme la Racine de c q est à celle de c p; mais c q est à c p, comme la force de la pesanteur en C P est à celle en c p: par consequent le temps de la Vibratiou de c q est à celui de la Vibration de C P en raison inverse des Racines des forces de la pesanteur.

Cette Proposition est nécessaire, pour bien comprendre ce que j'ai dit, au §. 218, touchant la diversité de la force que la pesanteur a en divers lieux de la Terre. Le peu que je viens de rapporter des Vibrations des Pendules n'est que ce qu'il y a de plus facile sur cette matiere, & ce qui est nécessaire pour comprendre les Pendules des Horloges. C'est delà en effet qu'on apprend, pourquoi on les fait aller plus vîte, en les raccourcissant; & pourquoi on les fait aller plus lentement, en les rendant plus longs. Ceux qui veulent approfondir davantage cette matiere, doivent consulter l'excellent Ouvrage du grand Philosophe & Mathématicien Chr. Huygens. Nous allons ajouter ici diverses Propositions touchant les Pendules, tirées de cet Auteur, mais ceux qui ne seront pas bien versés dans les Mathématiques pourront les passer.

§. 400. Si l'on pose sur une ligne droite A B b le Cercle X, qui venant à rouler sur la ligne A B b, touche en même temps un Plan, sur lequel il décrive avec son pont éminent Z le chemin de ce point, en commençant en-bas, en A, où ce point touche la ligne A B b, jusqu'à ce que le Cercle, après avoir fait un tour, revienne en b, avec son point Z, sur la ligne A B b, on trouvera que ce point Z aura décrit une ligne courbe A C G H b, à laquelle on donne le nom de *Cycloïde* ou *Roulette*. Chaque point d'une Rouë de Chariot, qui roule, décrit dans l'air une semblable ligne courbe.

Pl. VIII. Fig. 1.

Messieurs Huygens, Wallis, Robberval, & autres ont recherché les proprietés de cette ligue courbe : nous en rapporterons ici quelques-unes.

§. 401. Si l'on suppose une Cycloïde A b B, produite par le Cercle F E B, qui roule contre la ligne A F; si l'on tire de quelque point de cette Cycloïde, comme b, une ligne droite b E, paralléle à la ligne A F, & que de b on la mene jusques sur le Cercle en E, alors cette ligne droite b E sera égale à l'Arc du Cercle b E, en commençant au sommet B de la Cycloïde jusques en E, où la ligne droite b E vient sur le Cercle.

Pl. VIII. Fig. 2.

Que l'on conçoive que le Cercle, qui décrit la Cycloïde, soit arrivé en G & que son point b soit dans la Cycloïde : si on tire alors la Perpendiculaire G C I H sur A F, elle sera paralléle à F B, on doit aussi tirer les lignes droites G b b, C f, F E, & f H. Com-

Comme b L eſt paralléle à G F & G H paralléle à F B, G I ſera = F L, & I H = L B; mais parce que ∺ B L, L E, L F, comme auſſi ∺ H I, I b, I G, alors b I ſera = E L : & en y ajoutant I E, alors b E = I L = G F ſera égal à l'Arc G f. De plus les deux Triangles b C G, f C H, ont l'Angle b c G = H c f, & les côtés b c + c G = H c + c f, par conſequent b G ſera = f H, & l'Arc b G ſera égal à l'Arc f H. Si l'on retranche du demi Cercle l'Arc b G, il reſte l'Arc b H, & ſi l'on retranche du demi Cercle l'Arc f H, il reſte l'Arc G f, par conſequent G f eſt = b H : Comme la ligne droite b G eſt = E F, l'Arc b G ſera égal à l'Arc E F, qui étant retranché du demi Cercle F E B, il doit reſter l'Arc E B = b H, = G f = G F = b E.

§. 402. Soit la Cycloïde A R D B, formée par le Cercle F M E B, dont le Diamétre F B ſoit l'Axe de la Cycloïde : que du point D de la Cycloïde on tire ſur F B la ligne perpendiculaire D E L, comme auſſi la Tangente D d; qu'on tire du point B du Diamétre du Cercle la Soutendante B E; alors la Tangente D d de la Cycloïde ſera paralléle à la Soutendante B E dans le Cercle. Qu'on prenne D d pour une portion infiniment petite de la Cycloïde, elle pourra paſſer pour une ligne droite, & étant prolongée elle fera la Tangente du point D, ou d; que l'on tire d I, paralléle à D L, coupant le demi Cercle en e : que l'on tire par ce point, e, B e h juſques ſur D E L, de même que la Tangente B O ſur le point B, comme auſſi la Tangente du point E du Cercle, qui eſt E e, menée juſques en O : Alors les deux Triangles h E e, e O B ſeront ſemblables, car l'Angle h e E eſt = O e B, les lignes h E, O B ſont paralléles, pourquoi l'Angle h E e eſt = e O B, & par conſequent le troiſiéme Angle E h e = e B O; mais les deux Tangentes O E, O B ſont égales, par conſequent h E eſt = E e. Comme E e eſt la différence entre les Arcs B E, & B e, & comme les lignes droites D E, d e, ſont égales à ces Arcs, leur différence ſera auſſi égale à h E, partant D h ſera = d e, & D d ſera paralléle à, h e; par conſequent la Tangente du point, d, eſt paralléle à la Soutendante, e B, & cette démonſtration a lieu ſur tous les points de la Cycloïde. Pl. VIII. Fig. 3.

§. 403. En ſuppoſant tout ce qui vient d'être expoſé dans la Propoſition précédente, je dis, que la portion de la Cycloïde D B eſt toujours deux fois plus grande que la Soutendante E B du Cercle, qui a produit la Cycloïde. Pl. VIII. Fig. 3.

Que l'on tire du point F la ligne droite F E, juſqu'à ce qu'elle rencontre B h, en, i, alors E I ſera perpendiculaire ſur h e, & coupera par le milieu en, i, la baſe de ce Triangle Iſoſcele. Puiſque l'Angle i B E eſt infiniment petit, B i ſera = B E, & par conſequent, i e, eſt la différence entre les deux Soutendantes e B, E B; mais D d eſt = h e, & partant deux fois plus grand que la différence entre les deux Soutendantes.

Que l'on conçoive à préſent une Soutendante infiniment petite tirée du point B, & encore une autre deux fois plus grande, alors deux lignes

 droites

droites paralléles entr'elles & à A F, couperont une portion de la Cycloïde, deux fois plus grande que la différence des deux Soutendantes, c'est-à-dire, deux fois plus grande que la premiere Soutendante I; & comme ce raisonnement a lieu à l'égard de toutes les Soutendantes, toute la portion de la cycloïde B D, située entre B & O, sera deux fois plus grande que la Soutendante B E.

Par consequent la demi-cycloïde A D B sera deux fois plus grande que le Diamétre du Cercle F B. Et parce que A F est égal à la moitié de la Circonférence du Cercle, la demi-cycloïde A D B sera à la ligne droite A F, comme deux fois le Diamétre du Cercle est à la moitié de sa Circonférence.

Pl. VIII. Fig. 4. §. 404. Si l'on décrit de C comme centre, & du Rayon C A, le quart du Cercle A B, & que l'on suppose qu'un Corps se meuve dans la ligne A C suivant ces conditions; que chaque vîtesse dans chaque point P où il arrive, soit toujours comme la ligne P L, qui est le Sinus de l'Arc A L; alors le temps, dans lequel ce Corps se mouvra de A jusqu'à C, sera égal au temps, dans lequel la circonférence A H B peut être parcouruë par un autre Corps, lequel auroit toujours, depuis le commencement de son mouvement jusqu'à la fin, la même vîtesse, qui seroit aussi grande que C B, qui est cette même vîtesse, que le premier Corps reçoit en parcourant en A C, lorsqu'il est sur le dernier point C de son chemin.

2°. Le temps, dans lequel le premier Corps passe de A à F, est au temps, dans lequel il passe de A à P, comme l'Arc A H est à l'Arc A L.

3°. Et la force, avec laquelle le mouvement de ce Corps se trouve accéléré sur chaque point, comme F, est comme F C, qui est la distance de cet endroit au centre C.

Que l'on prenne dans la ligne AC les deux points F & P, situés infiniment proche l'un de l'autre; que l'on tire de-là sur A C les lignes perpendiculaires F H, P L, qui couperont l'arc infiniment petit H L, que je concevrai ici comme une ligne droite: Après avoir décrit C H du centre C, & la perpendiculaire H K sur P L, il y aura alors deux Triangles semblables F H C, H K L; car l'angle droit H F C est = H K L; l'angle F H C est = K H L; car si l'on joint à chacun d'eux l'angle C H K, on aura un angle droit, c'est pourquoi l'angle F C H est = K L H, par consequent F H, HC : : H K, HL. Comme on a supposé, que la vîtesse, avec laquelle le premier Corps se meut dans la ligne AC, est toujours sur le point F, comme la ligne F H; & que la vitesse, avec laquelle l'autre Corps se meut, avançant toujours également vîte, est comme C B ou C H: on voit que la vîtesse, avec laquelle le premier Corps se meut dans la ligne droite A C, est à la vîtesse uniforme du second Corps, comme H K à H L; mais les espaces, que les deux Corps parcourent en temps égaux, sont en raison de leurs vîtesses; par consequent l'espace K H sera parcouru avec la vîtesse K H en même-temps, que H L est parcouru avec la vîtesse H L; de sorte que F P sera aussi parcouru, avec la vîtesse du premier Corps, comme H L est parcouru avec la vîtesse de l'autre Corps. Comme cette démonstration

monſtration a lieu à l'égard de chaque point de l'eſpace A C, il paroît que la ligne entiere A C eſt parcouruë par un Corps, qui ſe meut avec une vîteſſe comme le Sinus de l'arc, en même temps que A B eſt parcouru avec un mouvement uniforme & qui eſt toujours égal à C B.

Voici la preuve du 2°. Le temps, dans lequel le premier Corps paſſe de A à F, eſt égal au temps, dans lequel l'autre Corps paſſe de A à H : de même auſſi le temps, dans lequel le premier Corps paſſe de A à P, eſt égal au temps dans lequel le ſecond Corps paſſe de A à L. Mais le temps que le ſecond Corps employe avec ſon mouvement uniforme de A à H, eſt au temps de A à L, comme la longueur A H eſt à A L; par conſequent le temps, employé par le premier Corps de A à F, eſt au temps employé de A à P, comme la longueur A H eſt à A L.

Voici de quelle maniere on prouve le 3°. La différence entre les lignes F H & P L, eſt K L; par conſequent la force, avec laquelle le mouvement du premier Corps eſt accéléré, lorſqu'il paſſe de F en P, eſt égale à la ligne K L : mais dans les deux Triangles ſemblables H K L, F H C, H F eſt à F C : : H K, K L; par conſequent la force, avec laquelle le mouvement du Corps eſt accéléré de F vers P, eſt comme C F, qui eſt comme la diſtance de F du point C. Cette démonſtration a auſſi lieu à l'égard de tous les autres points de la ligne A C.

Si par conſequent un Corps ſe meut de A à C avec une force, qui ſoit comme ſa diſtance au point C, & que dans le commencement du mouvement cette force ſoit repréſentée par la ligne D E, qui eſt le Sinus d'un très petit arc, alors les vîteſſes de ce même Corps ſeront exprimées en d'autres endroits qu'en F & en P, par les Sinus F H & P L, & les temps ſur leſquels A F & A P ſont parcourus, par les arcs A H, A L. & les augmentations, de la vîteſſe ſeront exprimées ſur chaque point par les augmentations des Sinus.

§. 405. Si un Corps eſt porté de A vers le point C avec des forces qui ſoient en raiſon des diſtances au point C : quel que ſoit le point dans la ligne A C d'où ce Corps puiſſe commencer à ſe mouvoir, il arrivera toujours en même-temps au point C. 2°. Et le temps, qui eſt employé par ce Corps, ſera au temps, ſur lequel un Corps, (qui auroit toujours la même vîteſſe, mais qui ſeroit égale à la derniere vîteſſe reçuë par le premier Corps,) parcourroit le même eſpace A C, comme la moitié de la circonférence d'un cercle eſt à ſon Diamétre. Pl. VIII. Fig. 5.

Que l'on ſuppoſe, que deux Corps commencent en même-temps à paſſer de A en M, & que chacun d'eux ſoit mu avec des forces qui ſoient en raiſon de la diſtance au point C; alors ces deux Corps arriveront enſemble au même point C. Qu'on décrive du point C, avec les diſtances C A, C M, le quart d'un cercle, comme A B, M N, & que la force, avec laquelle le Corps A commence à ſe mouvoir, ſoit exprimée par D E, qui eſt le Sinus d'un arc infiniment petit A E; par conſequent la vîteſſe de ce Corps, après être arrivé de A juſqu'à C, ſera égale à C B : mais ſelon notre ſuppoſition, la force avec laquelle le mouvement du Corps A eſt accéléré, ſera à celle, avec laquelle le mouvement du

Corps

Corps M eſt accélérée, comme C A eſt à C M, ce qui eſt comme D E à P O, parce que les arcs AE, MO ſont ſemblables; par conſéquent ſi D E exprime la vîteſſe du Corps A, lorſqu'il commence à ſe mouvoir, P O exprimera la vîteſſe du Corps M, auſſi-tôt qu'il commence à être mis en mouvement : & par conſequent C N exprimera la vîteſſe du Corps, lorſqu'il aura parcouru ſon eſpace de M juſqu'à C. De plus le temps, dans lequel A ſe meut juſqu'à C, eſt égal au temps dans lequel la circonférence A B peut être parcouruë avec une vîteſſe uniforme & égale à C B. De même auſſi le temps, dans lequel M paſſe juſqu'à C, eſt égal au temps dans lequel la circonférence M N peut être parcouruë, avec une vîteſſe uniforme & égale à C N.

Mais le temps dans lequel la circonférence A B eſt décrite, avec la vîteſſe C B, eſt égal au temps, dans lequel la circonférence M N eſt décrite avec la vîteſſe C N. Puiſque A B, M N : : C B. C N. par conſequent le temps, dans lequel A eſt porté juſqu'à C, ſera égal à celui, dans lequel M paſſe juſqu'à C.

Le temps, dans lequel le Corps A parcourt l'eſpace A C, avec la vîteſſe B C, eſt au temps, dans lequel il parcourt l'arc A B avec la même viteſſe, comme la ligne A C, eſt à l'arc A B, ou comme deux fois A C eſt deux fois, A B, c'eſt-à-dire, comme le demi-Diamétre du cercle eſt à la moitié de la conférence : mais le temps dans lequel l'arc A B eſt parcouru, eſt égal au temps de A juſqu'à C, par conſequent le temps, dans lequel le Corps A parcourt la ligne droite A C, avec une vîteſſe comme C B, ſera au temps, dans lequel A paſſoit juſqu'à C, comme le Diamétre d'un cercle eſt à la moitié de ſa circonférence.

Pl. VIII. Fig. 6. §. 406. Si l'on ſuppoſe la cycloïde A H K C D, dont l'axe E C tombe perpendiculairement ſur l'horiſon, & dont le ſommet C ſoit tourné vers enbas : lorſqu'un Corps peſant ſe mouvra ſur cette cycloïde, il arrivera dans le même-temps en-bas, en C, quel que ſoit le point d'où il ait commencé à ſe mouvoir, ſoit du point A, ou H, ou K.

2°. Le temps, dans lequel le Corps A parcourt la cycloïde de A juſques en C, eſt au temps, dans lequel un autre Corps peſant qui tombe perpendiculairement parcourt l'axe E C de cette Cycloïde, comme la moitié de la circonférence d'un cercle eſt à ſon Diamétre.

Que le cercle, qui a formé la cycloïde, ſoit poſé avec ſon Diamétre ſur l'axe de la cycloïde E C. Qu'on tire les lignes droites H G M, K L paralélles à A E D, & les cordes dans le cercle C L, C G, E G ſur les points où les lignes précédentes coupent le cercle : qu'on conçoive auſſi les Tangentes ſur les points H & K, qui ſeront paralléles aux cordes G C, L C. Lors donc qu'on concevra des Corps peſans ſitués ſur les ſurfaces G C, L C, ils ſeront mus par leur peſanteur, comme s'ils étoient poſés ſur les Tangentes de H & K : mais la force avec laquelle un Corps peſant, ſitué ſur le Plan G C, deſcend en-bas, eſt à la force de toute ſa peſanteur, comme la ligne M C eſt à G C, ſuivant le §. 318, ou comme G C eſt à C E, parce que ∺ M C, G C, E C. De même auſſi la force, avec laquelle le Corps peſant, ſitué ſur le Plan L C, deſcend, eſt à toute ſa

a pesanteur, comme L C est à C E; c'est pourquoi les forces de la pesanteur, avec laquelle les Corps placés sur les Plans G C, L C descendent en-bas, sont entr'elles comme G C à L C, ou comme deux fois G C à deux fois L C, c'est-à-dire, comme H C à K C. Par conséquent les forces, avec lesquelles les Corps descendent par leurs pesanteurs dans la cycloïde, sont comme leurs distances A C, K C au sommet C. Mais nous avons vu au §. 405, que si un Corps se meut dans une ligne avec des forces, qui soient comme les distances d'un point, il arrivera en temps égaux au même point: par consequent si un Corps pesant est posé sur quelque point de la cycloide, comme en A, ou H, ou R, il arrivera en même-temps à C.

Le temps dans lequel AHKC est parcouru par un Corps avec des forces, qui sont comme les distances à C, est au temps, dans lequel une égale longueur est parcouruë (cette égale longueur est deux fois E C) avec une vîtesse uniforme, qui est reçuë sur le dernier point du temps, comme la moitié de la circonférence d'un cercle est à son Diamétre; mais le temps, dans lequel E C est parcouru avec une vîtesse uniforme, & qui est aussi grande que celle qui est reçuë sur la fin, est égal au temps, dans lequel le Corps tombe perpendiculairement de E en C avec un mouvement accéléré, suivant le §. 227; par consequent le temps dans lequel le Corps est porté sur la cycloïde de A jusques en C, sera au temps dans lequel il tombe perpendiculairement de E en C, comme la moitié de la circonférence d'un cercle est à son Diamétre.

§. 407. Le temps dans lequel un Corps pesant passe dans la cycloïde de A jusqu'à C, est égal au temps, dans lequel il monte de C jusqu'à D; par consequent le temps, dans lequel le Corps est porté par toute la cycloïde de A jusqu'à D, est double du précédent, & pour cette raison il est au temps, dans lequel le Corps tombe par sa pesanteur de E jusqu'à C, comme toute la circonférence du cercle est à son Diamétre.

§. 408. Si on peut donc faire en sorte, qu'un Pendule se meuve dans une cycloïde, il fera toujours ses Vibrations en temps égaux, soit que ces Vibrations soient petites ou grandes.

En effet un Pendule, qui est suspendu librement, se meut sur une ligne de la même maniere qu'un Corps roule sans aucun empêchement.

Par consequent il ne nous reste plus qu'à démontrer, de quelle maniere on peut faire, qu'un Pendule fasse ses Vibrations dans une cycloïde: c'est ce que le célébre Monsieur Huygens a aussi trouvé.

§. 409. Soit la cycloïde A C D, qui soit coupée par le milieu en C, Pl. VIII.
qu'on joigne ses parties A C, C D, de telle maniere l'une à l'autre, que Fig. 6.
A & D se trouvent joints ensemble en D, & que les extrémités C, C, soient en A & D.

Supposons que ces deux cycloïdes soient deux lames plates, & qu'on Pl. VIII.
attache au point C un fil, dont la longueur soit aussi grande que celle de Fig. 7.
la cycloïde, A C, & qui porte le poids R à son extrémité: Lorsque ce fil commence à se mouvoir du point A vers B & D, on donne à cette

 ligne,

ligne le nom de ligne faite par évolution, & la ligne C A s'appelle la Développée. Lors donc que le Pendule a le Fil R C, & qu'il fait les vibrations entre les lames cycloïdes, il décrira de nouveau la même cycloïde, & achevera par consequent en temps égaux ses vibrations.

§. 410. On prouve de la maniere suivante, que la ligne, faite par l'évolution de la cycloïde, est encore une cycloïde.

Supposons que le cercle, qui forme la cycloïde, A B D, soit F B, que la base soit la ligne droite A F D, que les parties coupées de la cycloïde soient A C, C D, que le Fil qui développe soit C q R, & que l'on tire de A la Perpendiculaire A f, égale au Diamétre du cercle F B. Que l'on tire aussi les lignes R M P, q M p; paralléles à A F D, ensuite les cordes A m, F M, & la ligne droite f C, paralléle à A d, alors B F sera C F. Que A q C soit la Développée, que le Fil attaché en C vienne de A jusqu'à R, & touche la Développée A C au point q, alors R q sera égal à l'arc q A.

Par consequent la corde A m est paralléle à R q, ou, q N; & parce que la cycloïde A q est double de la ligne droite A m, R N sera égal à q N, de sorte qu'à l'égard des Paralléles p q, R P, F P sera égal à A p, de même aussi l'Arc F M sera égal à A m & l'Angle M A F $=$ m A F; c'est pourquoi F M est Paralléle à A m & à R q. Ainsi F M R N est un parallelogramme, & F N $=$ R M : de même aussi A N m q est un parallelogramme, & A N $=$ Q M : mais la ligne, m q, ou A N est égale à l'Arc A m, ou à l'Arc F M. A F est égal au demi-Cercle F M B, par consequent N F ou R M est égal à l'Arc M E B, & le point R, ou l'extrémité du Fil se trouve dans la cycloïde A D B, par où l'extrémité R passe, lorsque tout le Fil se développe.

§. 411. Quand le fil est parvenu par dévolution dans la situation C B, il touche les deux lames cycloïdes au point C, mais alors il y décrit de l'un & de l'autre côté de B un fort petit Arc, sans que le fil C q R différe d'une ligne droite; c'est pourquoi le fil se meut dans ce cas, comme un Pendule libre, qui fait ses Vibrations dans un Arc de cercle, dont le rayon est C B, & c'est par cette raison, que les Vibrations d'un Pendule, qui se meut dans un très-petit Arc fait ses Vibrations en temps égaux; & il n'importe pas, qu'un Pendule fasse ses Vibrations dans une cycloïde, pourvu qu'il décrive seulement de trés-petits Arcs.

C'est pour cela qu'à présent on ne fait plus aux Horloges des Pendules entre la cycloïde, mais on a soin, que le Pendule fasse seulement ses Vibrations dans un très-petit Arc.

Pl. VIII. Fig. 7. §. 412. Si l'on a une cycloïde A V D, dont la base A D soit paralléle à l'Horison, & dont le sommet V soit posé en-bas; que l'on mene de A, à volonté, une ligne droite A B jusques sur la Cycloïde en B, & de-là la ligne B C, perpendiculaire à la cycloïde, & de A la perpendiculaire A C; alors le tems, dans lequel un Corps pesant passe par la droite A B de A jusqu'à B, sera au temps, dans lequel un autre Corps pesant est

porté

porté dans la cycloïde de A jusqu'à B, comme la ligne droite A B est à A C.

Que l'on tire du point B la ligne B L, perpendiculaire à A D, & B K paralléle à A D, coupant l'Axe E V en G, & le Cercle en F; après qu'on aura tiré E F, il faudra que E F soit paralléle à B C; car suivant le §. 111, la Tangente sur le point B est paralléle à la Corde F V, c'est pourquoi B C, sera paralléle à E F; & B M = E F, E M = B F, & B F = à l'Arc F V, suivant le §. 401, de sorte que la ligne droite A M est égale à l'Arc E H V F.

Le temps, dans lequel un Corps pesant parcourt la cycloïde A V, est au temps, dans lequel un Corps tombe de E jusqu'à V, comme la moitié de la circonférence d'un cercle est à son Diamétre, suivant le §. 406. Le temps, dans lequel un Corps pesant parcourt V B, après qu'il a été porté sur la demi-cycloïde de A jusqu'à V, est égal au temps, dans lequel un Corps pesant passe de K jusqu'à V, après qu'il est venu de A jusqu'à K; mais ce temps est à celui, sur lequel il parcourt A V, comme l'Arc V F, est à la moitié de la Circonférence du cercle, par consequent au temps dans le quel un Corps descend de E jusqu'à V, comme l'arc F V est au Diamétre. Ainsi le temps, dans lequel un Corps pesant parcourt la cycloïde A V B, sera au tems de la chute de E en V, comme l'arc E H V E est au Diamétre E V. Mais le temps, dans lequel un Corps tombe de E en V, est au temps, dans lequel il tombe de L jusqu'à B, ou de E jusqu'à G, comme E V est à E F. Par consequent le temps, dans lequel un Corps parcourt la cycloïde A K V B, est au temps, dans lequel il descend de L jusqu'à B, comme l'arc E H V F est à la corde E F, c'est-à-dire, comme la ligne droite A M, est à la ligne droite M B. De même aussi le temps, dans lequel un Corps parcourt en tombant le chemin L B, est au temps, dans lequel il parcourt l'espace A B, Comme L B est à A B, suivant le §. 383; par consequent le temps, dans lequel le Corps parcourt le chemin A V B, est au chemin, dans lequel il parcourt l'espace A B, en raison composée de A M à M B, & de L B à B A, & est de cette maniere comme A M ⋈ L B à M B ⋈ B A. Mais A M ⋈ L B est = M B ⋈ A C, parce que chacun est deux fois plus grand que le Triangle A B M. Par consequent le temps, dans lequel un Corps pesant parcourt la cycloïde, est au temps, dans lequel il parcourt la ligne droite A B, comme M B ⋈ A C est à M B ⋈ A B, c'est-à-dire, comme A C est à A B. Il paroit de-là, que le Corps qui se meut dans la cycloïde, arrivera beaucoup plutôt de A jusqu'à B, que lorsqu'il étoit porté sur la ligne droite A B. On confirme cela par une Expérience, dont le succès prouve la proposition.

Les Mathématiciens ont démontré, que la cycloïde est une ligne qui a cette proprieté, qu'un Corps pesant y étant mu passera le plus vîte qu'il est possible du point A jusqu'à l'autre point B. Le fameux Philosophe Jean Bernouilli a fait le premier cette découverte & en a démontré la vérité.

Pl. VIII. Fig. 7. §. 413. Si un Corps pesant se meut dans la cycloïde AKV vers en-bas, sa force sera, après être descendu de K en V, à la force qu'il a reçuë en descendant de R en V, comme le Quarré de l'arc KV, au Quarré de l'arc RV.

En effet le Corps, qui descend de K en V, reçoit en V la même vîtesse, que lorsqu'il descendoit de G en V; mais la vîtesse de G en V est à celle de E en V, comme VH à EV, c'est-à-dire, comme deux fois VH, à deux fois EV, ou comme l'arc VK à deux fois EV. De même aussi la vîtesse du Corps, qui descend de R en V, est égale à celle que reçoit le Corps, lorsqu'il descendoit de S en V. Mais la vîtesse de S en V, est à celle de E en V, comme VN est à VE, ou comme deux fois VN est à deux fois VE; c'est-à-dire, comme l'arc VR est à deux fois VE; de sorte que la vîtesse de K en V est à celle de R en V, comme l'arc KV est à l'arc RV. Mais les forces d'un Corps qui se meut librement sont comme le Quarré de la vîtesse, c'est pourquoi les forces du Corps, qui est descendu de K en V, sont à celles de R en V, comme le Quarré de l'arc KV est au Quarré de l'arc RV, ou comme la moitié du Quarré de l'arc HV, est à la moitié du quarré de l'arc RV; puisque les Quarrés entiers sont entr'eux comme leurs moitiés.

Pl. VII. Fig. 6. §. 414. Nous avons traité jusqu'à présent du Pendule simple, disons maintenant quelque chose du Pendule composé. Je commencerai par expliquer ce que j'entends par un Pendule composé. Soit CA un Fil roide sans pesanteur, auquel soit attaché en-bas le Corps pesant A: on peut faire tourner ce Fil autour du point C, & on a de cette maniere un Pendule simple; mais si on attache encore plus de Corps, comme B, à ce même Fil CA, on a alors un Pendule composé. Lorsqu'un semblable Corps est mis en mouvement, il ne fait pas ses vibrations en même temps que le Pendule simple, qui a la même longueur CA, mais dans un autre temps; c'est pourquoi il est nécessaire de rechercher, quel est le temps dans lequel un Pendule composé fait ses vibrations; & comme il n'y a rien avec quoi on puisse mieux mesurer le temps qu'avec les Pendules, il faut chercher de quelle longueur doit être un Pendule simple, pour faire ses vibrations en même temps que le Pendule composé. Un Pendule simple, appliqué suivant sa longueur sur le Pendule composé, marque par son extrémité inférieure un point, auquel on donne le nom de centre de vibration ou d'Oscillation: Que ce point soit ici O, de sorte que la longueur du Pendule simple doit être CO pour pouvoir faire ses vibrations en même temps que CBA.

Voici la Régle dont on doit se servir pour trouver ce point O. Comme le poids B, multiplié par la longueur CB, ou la distance du centre de mouvement, est au poids A, multiplié par la longueur AC, ainsi AO à OB.

Cette Régle se prouve de la maniere suivante. Les deux poids A & B, qui font leurs vibrations autour du point C, se meuvent dans des directions qui sont paralléles entr'elles, & qui sont inclinés de la même maniere sur l'Horison; c'est pourquoi ils s'efforceront de se mouvoir vers en-bas.

en-bas avec la même force de pesanteur dans chaque point des espaces qu'ils parcourent, & de cette maniere ils devoient recevoir la même vîtesse, si ils n'étoient pas attachés à un Fil roide CA, lequel est cause que B, qui est attaché à la plus courte extrémité EB, se meut avec plus de lenteur que A qui tient à la longue extrémité CA, car B reçoit la vîtesse KB, & A la vîtesse DA. C'est pour cela que B fait effort pour exciter en A une plus grande vîtesse, & il est retenu & arrêté par A; c'est pourquoi il y a un point, comme O, entre B & A, lequel est mu avec une vîtesse, qu'un Pendule simple, ayant la longueur CO, auroit reçuë en faisant ses vibrations; car ce Pendule doit être plus court que CA, parce que le poids A est accéléré par B; mais il doit être plus long que CB, parce que le poids B est retardé par. A Que l'on suppose les lignes GB, FO, EA égales & paralléles, & que les Corps puissent parcourir ces lignes par leur pesanteur dans un temps infiniment petit; tandis donc que le point O parcourt la ligne FO, le poids B ne peut parcourir que l'espace KB, c'est pourquoi il est retardé par une Puissance qui est égale à B ⋈ GK; mais la vîtesse du poids A est augmentée de l'espace DE, étant poussé par une Puissance, qui est égale à A ⋈ DE; par consequent la Puissance, qui retarde le Corps, B, est à la Puissance qui accélére le Corps A, comme B ⋈ GK est à A ⋈ DE. Mais ces Puissances agissent aux Leviers CB, CA, dans les distances CB, CA, du centre de mouvement, c'est pourquoi leurs actions seront comme CB ⋈ GK ⋈ B, & CA ⋈ DE ⋈ A. Les actions de ces Puissances sont égales, on pourra par consequent les mettre en proportion, lorsqu'on aura CB ⋈ B, CA ⋈ A : : DE, GK. Les deux Triangles FGK & FED sont semblables, c'est pourquoi DE est à GK : : EF, FG, : : AO, OB; par consequent CB ⋈ B, CA ⋈ A : : AO, OB.

§. 415. Si dans la proportion précédente on multiplie les deux quantités extrêmes & moyennes l'une par l'autre, les produits seront égaux, c'est-à-dire CB ⋈ B ⋈ OB = CA ⋈ A ⋈ AO; de sorte que s'il y a divers poids attachés à un Fil roide, & qu'on multiplie chaque poids par ses distances tant du centre de vibration que du centre de mouvement, on aura des produits égaux de chaque côté du centre de vibration.

§. 416. On pourra encore tirer de-là une autre Régle, pour trouver le centre de vibration, quel que puisse être le nombre des Corps attachés à un Fil roide: car supposons que ces Corps soient A, B, C, D, E, & que leurs distances du centre de mouvement soient a, b, c, d, e: mais que la distance entre le centre de mouvement & celui de vibration soit = x. Supposons que les distances, a, b, c, soient plus petites que x, mais que les distances d, e, soient plus grandes que x. Par consequent les distances des Corps A, B, C, du centre de vibration x — a pour A, & x — b pour B, & x — c pour C; mais on aura, pour les autres Corps d — x pour D, & e — x pour E. Multiplions maintenant chaque Corps par la distance du centre de mouvement & de vibration, & on aura Aax — Aaa pour A, Bbx — Bbb pour B, Ccx —

Ccc pour C, & $Ddd - Ddx$ pour D, & $Eee - Eex$ pour E; mais comme les Puiſſances doivent-être égales de chaque côté du centre de vibration, on aura $Aax - Aaa + Bbx - Bbb + Ccx - Ccc = Dd - Ddx + Eee. - Eex$: Et en portant d'un côté toutes les quantités, qui ſont multipliées par x, on aura $Aax + Bbx + = Ccx + Ddx + Eex = + Aaa + Bbb + Ccc + Ddd + Eee$; par conſequent

$$x = \frac{Aaa + Bbb + Ccc + Ddd + Eee}{Ca + Bb + Cc + Dd + Ee.}$$

On fait de cette formule une Régle générale, pour trouver le centre de vibration. Il faut multiplier chaque poids par le Quarré de ſa diſtance au centre de mouvement, & raſſembler tous ces produits enſemble : il faut diviſer cette ſomme par le produit de chaque poids multiplié par ſa diſtance du centre de mouvement : le Quotient de la diviſion donne la diſtance des centres de mouvement & de vibration.

§. 417. Si le fil roide avoit ſon centre de mouvement non à l'extrémité, mais en quelqu'autre endroit du milieu, & qu'il y eût des poids de chaque côté du centre de mouvement ; alors ceux qui ſont au-deſſus du centre de mouvement retarderoient dans leurs vibrations les autres poids qui ſont au-deſſous ; c'eſt-à-dire, s'il y a au-deſſus du centre de mouvement deux poids A & B, & que leur diſtance ſoit a & b, on devra poſer $-a$ & $-b$ dans la ſupputation du centre d'oſcillation, & de même pour les autres poids, s'il y en a pluſieurs, & on aura alors la formule précédente

$$x = \frac{Aaa + Bbb + Ccc + Ddd + Eee}{-Aaa - Bb + Cc + Dd + Ee.}$$

Il y a ici dans le Numerateur de la Fraction $+ Aaa$, & $+ Bbb$ quoiqu'on ait poſé pour leurs diſtances $-a$ $-b$, ce qui vient de ce que $-a \times -a$ eſt $= + aa$; & ceci étant multiplié par A, donne $+ Aaa$. de même $-b \times -b = + bb$.

Pl. VII. Fig. 6*. §. 418. Si CA étoit une longue verge, mais par tout de la même groſſeur ; voici de quelle maniere on pourroit trouver le centre de vibration ſuivant la régle précédente. Qu'on conçoive en cette verge une infinité de petites parties, comme Pp, & qu'on nomme z la diſtance CP au centre de mouvement, on aura pour Pp la différence infiniment petite $= dz$, qui étant multiplié par le quarré de la diſtance de C donne $zzdz$, dont l'Integrale, ou la ſomme entiere eſt $= \frac{z^3}{3}$; mais ceci doit être diviſé par dz multiplié par la diſtance de C, ce qui donne zdz, dont l'Integrale eſt $\frac{zz}{2}$; c'eſt pourquoi on aura pour centre de vibration à compter depuis C, $x = \frac{\frac{z^3}{3}}{\frac{z^2}{2}} = \frac{2}{3} z$. Mais cela a lieu pour toute la

verge

verge C A ; c'eſt pourquoi le centre de vibration ſera ici dans cette verge $\frac{2}{3}$ C A. Si par conſequent la longueur C B eſt $= \frac{2}{3}$ C A, alors un Pendule ſimple, qui auroit la longueur C B, fera ſes vibrations en même temps que la verge C A.

Celui qui veut approfondir davantage cette matiere, peut conſulter ſur cela Meſſieurs Huygens (*a*), Jean Bernouilli (*b*), Carré (*c*), & d'autres encore.

§. 419. Lorſque nous avons traité des forces des Corps qui ſe meuvent librement, nous avons avancé, qu'elles étoient comme les quarrés des vîteſſes, avec leſquelles ils ſe mouvoient. Mais d'autres Philoſophes, qui ſont pour l'ancien calcul, ont oppoſé contre nous, que nous n'avions eu aucun égard au temps ; & que pour cette raiſon les effets étoient bien tels que nous les trouvions par les expériences, parce qu'un Corps qui eſt en mouvement, doit avoir en deux fois plus de temps, un effet deux fois plus grand qu'en un temps. Pour répondre à cette objection, nous avons dit, qu'il n'importoit pas ici d'avoir égard au temps ; parce qu'un Corps qui a un certain nombre de forces, doit produire le même effet, ſoit qu'il diſſipe ſes forces en un temps, ſoit qu'il les diſſipe en deux ou en un plus grand nombre de temps. Je pourrai à préſent confirmer la même choſe par une expérience, qui eſt de l'invention de Monſieur s'Graveſande (*d*), & dont il a donné la deſcription. A une barre de fer C D, longue de trois pieds, large de trois quarts de pouces, & épaiſſe d'un demi pouce, on attache à trois hauteurs différentes trois cones ſemblables & égaux A, B, D. Vis-à-vis de chacun il y a des poids égaux de l'autre côté, pour faire équilibre, afin que la barre ſoit éxactement verticale, étant ſuſpenduë par le bout C, où elle eſt mobile autour d'un axe, en formant de cette maniere un Pendule compoſé. L'axe eſt mince, d'acier poli, & tourne dans deux trous dans du cuivre ; en ſorte que, ſans avoir de jeu, il tourne ſans frottement ſenſible. Si ce Pendule eſt agité, les trois points A, B, D parcourront des Arcs inégaux en temps égaux. Le Pendule en deſcendant a ſa plus grande vîteſſe, quand C D eſt vertical ; c'eſt-là que l'on l'arrête par un obſtacle immobile. Mais ayant un creux rempli de terre glaiſe vis-à-vis de la pointe A, les points B & D ne frappent rien. Enſuite c'eſt B ſeul qui frappe, quand le Pendule eſt arrêté. Enfin, le Pendule perd ſa force, pendant que D rencontre l'obſtacle. On a ſoin que le Pendule ſoit chaque fois également élevé, pour qu'il ait la même vîteſſe, & par conſequent la même force, quand il frappe l'obſtacle : & on trouve les trois cavités éxactement égales. C'eſt la même force qui ſe perd à chaque fois, mais les temps ſont bien inégaux. Il paroît de-là qu'il n'eſt pas néceſſaire d'avoir égard au temps, ſi l'on fait attention aux forces du Corps qui eſt en mouvement : car

Pl. VII. Fig. 18.

D perd

(a) *De Horologio Oſcillatorio.*
(b) *Acta Lipſienſ.* An. 1714. pag. 257. An. 1715. pag. 242.
(c) *Meſures des Surfaces*, &c Section 4.
(d) *République des Lettres.* An. 1733. pag. 374.

D perd bien vîte ses forces, quoiqu'elles fussent les mêmes que celles de B ; mais A perd ses forces lentement, quoiqu'elles ne produisissent que le même effet, c'est-à-dire, quoiqu'elles fissent un creux aussi grand que celui qui avoit été fait par les forces de B & D.

§. 420. J'ajouterai encore ici en faveur du même sentiment une autre expérience de Monsieur s'Gravesande, laquelle se fait avec le même Pendule, en ôtant seulement de la barre les deux cones A & B, mais en y laissant le cone D ; & on attache à quelque hauteur au-dessus de D le poids P, long de trois pouces, & pesant une demi-livre. On éleve le Pendule, & le laissant tomber il perd sa force en frappant la terre glaise en D.

Ayant ôté P, on attache le poids Q de maniere que la distance C P soit double de C Q ; & pour que ceci se puisse appliquer à tous les points des deux Corps, Q n'a que la moitié de la hauteur de P, c'est-à-dire, un pouce & demi. Q pese deux livres, & est par consequent quadruple de P. Monsieur s'Gravesande a calculé à quelle hauteur il faut lever le Pendule, afin qu'étant parvenu à être vertical, où D rencontre la terre glaise, il ait la même vîtesse, que lorsque P y étoit attaché. La cavité dans ces deux cas est précisément la même.

Le point D ayant chaque fois la même vîtesse, & pénétrant chaque fois à la même profondeur & de la même maniere dans la terre glaise, les forces sont détruites en temps égaux. Voici donc deux cavités égales, semblables, & formées en temps égaux : les forces détruites sont donc égales, & le Pendule ayant chaque fois perdu toute sa force, il s'ensuit, que dans les deux chutes les forces entieres étoient égales. La barre de fer avec la pointe D n'a pas été changée, la vîtesse a été la même, donc la force de cette partie du Pendule n'a pas varié. Retranchant chaque fois cette partie de la force, il reste des forces égales pour le Corps P & Q. Or les Masses sont comme 1 à 4, & les vîtesses comme les distances C P, C Q, c'est-à-dire, comme deux à un, ou en raison inverse soudoublée des Masses.

CHAPITRE XIII.

Du Mouvement de Projection.

§. 421. Tous les Corps pesans, jettés dans une ligne paralléle à l'horison, ou qui forme un angle avec lui, ont deux sortes de mouvemens, dont l'un est produit par la puissance qui jette le Corps, & l'autre par la pesanteur du Corps. C'est pourquoi selon les Loix, dont on a donné la description en parlant du mouvement composé, les Corps devront toujours se mouvoir dans la diagonale du parallélogramme, qui est formé sur les deux directions des puissances qui agissent.

Soit

Soit le Corps A jetté dans la direction A H, paralléle à l'horison ; divisons cette ligne A H en parties égales A B, B G, G H. Tandis que le Corps parcourt la ligne A B, il doit tomber par sa pesanteur qui agit toujours ; que cette chute soit donc égale à la ligne B E, tirée perpendiculairement sur A H, alors le Corps sera mu en même temps par deux mouvemens A B & B E ; c'est pourquoi il devra se mouvoir dans la diagonale du parallélogramme A B E K. Dans le second temps, le Corps continuë, par la force qu'il a reçuë, de parcourir la ligne B G, ou quelqu'autre qui lui soit égale, comme E M ; mais en même temps il tombe, & il décrit la ligne E S, trois fois plus grande que B E, comme tous les Corps pesans qui tombent ; c'est pourquoi A devra encore se mouvoir sur la diagonale E F du parallélogramme E M S F. Pl. VII. Fig. 6'*.

Dans le troisiéme temps, le Corps jetté par la puissance doit se mouvoir dans la ligne G H, ou dans une autre qui lui soit égale, comme F O ; mais il faudra qu'il tombe en même temps par sa pesanteur dans la ligne F R, cinq fois plus grande que B E ; de sorte qu'il devra parcourir la diagonale F L du parallélogramme F O L R.

On doit concevoir de la même maniere le mouvement du Corps A, quelle que puisse être la direction de la ligne inclinée vers l'horison.

§. 422. Toutes ces diagonales A E, E F, F L jointes ensemble, ne forment pas une ligne droite, puisque le mouvement produit par la puissance est toujours le même, pendant que celui qui est causé par la pesanteur, augmente continuellement. Si par consequent on divise la ligne A H en une infinité de petites parties, & que l'on conçoive les lignes décrites par la pesanteur dans chaque temps où une petite portion de la ligne A H est décrite ; & ensuite les diagonales qui traversent les parallélogrammes formés par ces lignes ; on trouvera que ces diagonales forment une ligne courbe, qui est une ligne de la Section conique, à laquelle on donne communément le nom de Parabole, car elle a les mêmes propriétés. Les Mathématiciens ont démontré, que, si A B est l'axe de la Parabole, & C D, E F les Ordonnées, alors A C, A E : : $\overline{CD}^q$, $\overline{EF}^q$. Ils ont aussi fait voir, que, si K L est le diamétre de la Parabole, & les Ordonnées M O, P L, alors K O, K L : : $\overline{MO}^q$, $\overline{PL}^q$. La même chose a lieu dans le mouvement des Corps que l'on jette ; car la ligne B E ou A K est à G F ou A P, comme $\overline{AB}^q$ à $\overline{AG}^q$, c'est-à-dire, comme $\overline{KE}^q$, est à $\overline{PF}^q$; puisque A K est $=$ 1 & A P $=$ 4. & $\overline{AB}^q$ à $\overline{AG}^q$ comme 1 est à 4. De même aussi AK est à AN, comme $\overline{AE}^q$ est à $\overline{AH}^q$, c'est-à-dire, AK $=$ 1 est à AN $=$ 9, comme $\overline{AB}^q$ $=$ 1 est à $\overline{AH}^q$ $=$ 9. Pl. VII. Fig. 6**. Pl. VII. Fig. 7. Pl. VII. Fig. 6**.

Il suit de-là, que la Parabole peut servir pour déterminer, de quelle maniere les Corps que l'on jette se meuvent dans le vuide, ce qui est le fondement de l'Art de bien pointer & tirer les armes à feu.

§. 423. Si l'on veut frapper le but C, en y jettant le Corps A, & que la vîtesse avec laquelle il est jetté, soit comme celle d'un Corps pesant, qui tombe de la hauteur D A, on pourra déterminer de la maniere suivante la direction dans laquelle ce Corps doit être jetté. Que l'on tire sur l'horison la perpendiculaire A P, quadruple de A D : qu'on la coupe par Pl. VII. Fig. 8.

le milieu en G, par où doit passer la ligne HGK paralléle à l'horison : Il faut alors mener de A au but C, la ligne AC, sur laquelle il faut tirer la perpendiculaire AK, & la prolonger jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne HGK; on prend K pour centre, & on décrit un cercle avec le rayon AK. On tire ensuite sur l'horison AB une ligne perpendiculaire, qui passe par le but, & qui coupe le cercle en E & en I. Si donc on jette ou tire le Corps A suivant la ligne AE ou AI, il ira passer à travers le but C.

En effet, dans le temps qu'un Corps pesant tombe de DA avec un mouvement accéléré, il pourroit décrire une ligne double de DA avec la vîtesse qu'il a reçue en A, & en avançant toujours également vîte; le temps, dans lequel un Corps, qui se meut toujours avec la même vîtesse, décrit deux fois DA, est au temps, dans lequel il décrira AE avec la même vîtesse, comme 2 DA est à AE. Mais le temps, dans lequel il passe par AE, doit être égal à celui dans lequel il passe par EC, pour toucher le but C. Le Quarré du temps, dans lequel le Corps parcourt en tombant la longueur DA, est au Quarré du temps dans lequel il parcourt dans sa chute la longueur EC, avec un mouvement accéléré, comme DA est à EC; par consequent $4\,\overline{DA}^q$, $\overline{AE}^q$: : DA, EC. Si on multiplie les deux termes extrêmes & moyens l'un par l'autre, on aura $4\,\overline{DA}^q \times EC = \overline{AE}^q \times DA$. Il faut diviser ces deux grandeurs égales par DA, & alors on aura $4\,DA \times EC = \overline{AE}^q$: & en posant cela en une proportion, on aura 4 DA, AE : : AE, EC. Il faut par consequent faire voir, que cela est ainsi.

Les deux Triangles APE, ACE sont semblables, car l'Angle CEA est = EAP, & CAE = APE : par consequent PA, AE : : AE à EC; mais PA est égal à 4 DA.

Si le But étoit posé sur l'Horison même, comme en B, alors la ligne AK seroit la même que AG.

Si on eût mis le but sur κ ou sur β, on auroit dû jetter ou tirer le Corps A dans la direction AH. Comme la distance du Corps au but est connuë sous le nom d'*Amplitude de la Parabole*, elle sera la plus grande qu'elle puisse être, lorsqu'on voudra toucher un point sur l'Horison même, si la direction AH forme avec l'Horison un Angle demi-droit; mais toutes les autres directions, qui sont de chaque côté éloignées de H d'un égal nombre de degrés, feront que l'amplitude de la Parabole sera moindre, & que le même point de l'Horison sera frappé, soit qu'on jette le Corps A dans l'une ou l'autre des deux directions.

Tout cela a déja été confirmé par Torricelli, Romer, & autres, à l'aide d'une Fontaine de Mercure, comme nous pouvons aussi le faire nous-mêmes par le moyen d'une semblable Fontaine. Si quelqu'un souhaite d'en sçavoir davantage, & de connoître tout ce qu'il y a de plus sublime touchant le mouvement de projection, il peut consulter sur cela Torricelli, Keill, Taylor, Cotés, & Newton. Ce dernier, qui étoit grand Mathématicien, a de plus supputé, de quelle maniere les Corps doivent se mouvoir non pas dans le vuide comme nous l'avons supposé ici, mais à travers les liquides, qui font résistance. Il a trouvé, qu'ils ne seroient pas portés dans une Parabole, mais dans une autre ligne courbe, qui approche fort de l'Hyperbole.

CHAPITRE XIV.

Des Forces Centrales, ou des Forces des Corps qui se meuvent autour d'un Centre.

§. 424. SI l'on tourne une pierre, mise dans une Fronde, & qu'on vienne à lâcher la fronde, cette pierre ne cessera de se mouvoir dans une ligne, qui touche le cercle, dans lequel elle est tournée. Tandis qu'on tourne la fronde, la pierre fait continuellement effort pour s'échapper & s'avancer dans la Tangente, elle tire la main qui tient la fronde, & qui est comme le centre du cercle. La Force, que la pierre éxerce contre la main, ou avec laquelle elle s'efforce de s'éloigner du centre, est connuë sous le nom de *Force Centrifuge*.

§. 425. Tandis qu'on tient la fronde avec la main, & qu'on la fait tourner, on tire la pierre à soi, c'est-à-dire, vers le centre de mouvement: cette force s'appelle *Force Centripete*. On donne à ces deux forces le nom commun de *Forces Centrales*.

§. 426. Par consequent il est impossible, qu'un Corps puisse se mouvoir autour d'un centre, ou dans une ligne courbe, à moins qu'il ne soit en même temps mis en mouvement par plusieurs causes. En effet, soit le centre C, & le Corps en A, qui continueroit de se mouvoir, & qui, se trouvant dans la derniere portion de la ligne courbe A, avanceroit dans cette même portion prolongée, laquelle est la Tangente AB, Mais si il survient ici une autre cause, qui sur ces entrefaites oblige le Corps de se rendre vers le centre C, de sorte que dans le temps même qu'il parcourt la ligne AB, il seroit forcé par l'autre cause de parcourir la ligne BE, il sera alors porté dans la ligne AE; mais étant parvenu jusqu'à E, il continuera de se mouvoir dans la Tangente EF. Mais si tandis qu'il parcourt EF, il vient à être poussé par une autre cause vers le centre C, à la distance FG, il devra être porté dans la ligne EG. Il paroit par-là que plusieurs causes doivent concourir ensemble, pour faire mouvoir un Corps autour d'un centre comme C. Pl. VII. Fig. 9.

§. 427. Si le Corps A est porté dans une ligne courbe autour du centre C avec une force qui le pousse vers ce centre, il décrira des surfaces, qui seront proportionnelles au temps Pl. VII. Fig. 10.

Supposons que le Corps A parcoure dans un certain temps la ligne AB, il continuera de décrire dans le temps suivant, égal au premier, la ligne BL = AB; mais posons, que sur ces entrefaites il soit poussé vers le centre C, à la distance de LD, paralléle à BC, ce Corps poussé en même temps par les deux mouvemens BL & LD, devra parcourir le Diamétre BD du Parallélogramme, qui seroit formé sur les lignes BL,

L D : Qu'on tire du centre les lignes C A, C B, C L, C D, alors le Triangle C B A sera égal à C E L, parce que leurs bases sont égales & qu'ils ont la même hauteur.

Le Triangle C B L est égal au Triange C B D, parce qu'ils sont posés tous les deux sur la même base B C, & entre B C, L D qui sont paralléles. On donne aux Triangles C B A, C B D, le nom de surfaces décrites par un Corps qui se meut autour du centre C. Nous devons proceder à l'égard des autres espaces de la même maniere, que nous avons conçu les prémiers espaces autour du centre C. Ainsi le Corps A, après avoir parcouru, B D, continueroit à se mouvoir pour décrire dans le temps suivant la ligne égale D E, mais il est poussé sur ces entrefaites vers le centre C, à la distance E F, qui est paralléle à D C, de sorte que ce Mobile doit se mouvoir dans la ligne D F, & décrire en quelque sorte le Triangle D F C. Lorsqu'on aura tiré C F, C E, les Triangles B D C, D E C seront égaux, parce qu'ils ont tous deux des bases égales B D, D E, & la même hauteur. Les deux Triangles C F G, C F H sont égaux parce qu'ils ont la même base & qu'ils sont entre les Paralléles D C, E F. Après que le Mobile aura parcouru la ligne D F, il continuera à parcourir dans le temps suivant, égal au premier, la ligne F G = D F; mais étant alors poussé vers le centre C, à la distance de G H, il décrira la ligne F H ; que l'on tire C G, C H, alors les Triangles D F C, C F G sont égaux, parce que les deux bases D F, F G sont égales, & qu'ils ont tous deux la même hauteur. Les deux Triangles C F G, C F H sont égaux, parce qu'ils ont tous deux la base commune C F, & qu'ils sont entre les Paralléles F C, G H. Si l'on conçoit à présent, que A B, B D, D F, F H sont des lignes infiniment petites, elles formeront ensemble une ligne courbe.

Pl. VII. Fig. 11. §. 428. La Force centrifuge peut être déterminée de diverses manieres. En effet, si le Corps A se mouvoit dans un cercle autour du centre C depuis A jusqu'à B, & qu'on le laissât à lui-même, il seroit porté dans la Tangente A D, depuis A jusqu'à D, par conséquent il s'éloigneroit du centre à la distance ou longueur de B D ; cette distance exprimera donc la Force centrifuge de ce Corps : la ligne B D sera égale à la Sécante de l'arc A B, lorsqu'on aura retranché le Rayon B C.

Pl. VII. Fig. 12. On peut encore déterminer cette même Force d'une autre maniere. Soit le très-petit Arc A B, qui pourra être pris pour une ligne droite : A D est la Tangente de cet Arc, A C E le Diamétre du cercle, & en tirant de l'extrémité E de ce Diamétre la ligne E B D, elle pourra passer pour Paralléle à E A, parce qu'on suppose que l'arc A B est infiniment petit : par consequent on pourra prendre la ligne B D pour l'éloignement du Corps A du centre C. Les deux Triangles E A B, B A D peuvent être regardés comme rectangles & semblables, parce que, lorsqu'on aura tiré de B la Perpendiculaire B I sur E I, alors B I sera = A D, & A I = B D & A B sera commun à tous les deux : & le rectangle A D B I sera coupé par le milieu par A B en deux Triangles égaux A B I, A D B

Mais

Mais les deux Triangles ABI, EAB ſont ſemblables, de ſorte qu'on aura EA, AB : : AB, AI; & on aura auſſi par conſequent EA, AB : : AB, BD. C'eſt pourquoi BD ſera égal au Quarré formé ſur l'arc du cercle décrit AB, & ce Quarré doit être diviſé par le Diamétre EA.

§. 429. On donne le nom de *Temps périodique* au temps que le Mobile employe, pour faire dans ſa ligne courbe une révolution autour du centre.

§. 430. Ce temps dépend de la vîteſſe du Corps, & il eſt à l'égard de deux Corps, qui ſe meuvent avec diverſes vîteſſes dans la méme ligne courbe, en raiſon inverſe des vîteſſes.

§. 431. Les Forces centrifuges de deux Corps, qui ſe meuvent avec la même vîteſſe dans une diſtance égale du centre, ſont entr'elles comme les grandeurs ou les peſanteurs des Corps.

Suppoſons que les deux Corps A & P ſoient à diſtances égales, mais que P ſoit quadruple de A, on pourra alors concevoir P comme partagé en quatre parties égales, dont chacune étant égale à A, aura auſſi la méme Force centrifuge, & de cette maniere le Corps entier P aura quatre fois autant de force que A. Pl. VII. Fig. 13.

On voit par-là, que ſi l'on renferme deux liquides d'une peſanteur particuliere dans un tuyau de verre, incliné vers l'Horiſon, & qu'on les faſſe tourner, le liquide le plus peſant s'éloignera davantage du centre, & montera plus haut que l'autre liquide qui eſt plus leger : la même choſe arrive auſſi, lorſqu'on fait nager dans un ſemblable tuyau un Corps leger ſur un liquide qui a plus de peſanteur ; car en faiſant tourner ce tuyau, le liquide qui eſt le plus peſant s'éloigne davantage du centre de revolution, que le Corps ſolide qui eſt plus leger, parce que la force de ce liquide eſt plus grande que celle de ce Corps.

§. 432. Si deux Corps égaux ont le même temps périodique, mais qu'ils ſoient dans des diſtances différentes du centre, leurs forces centrifuges ſeront comme les diſtances du centre.

Que ces deux Corps égaux ſoient A & B, qui tournent tous deux autour du centre C, la diſtance du Corps A ſera AC, celle de B ſera BC. A tourne autour de ſon cercle entier AFPA en même temps que B eſt porté autour de ſon cercle BIMB. Si ils partent en même temps l'un & l'autre de A & de B, ils ſeront enſemble en F & en C; lorſqu'on aura tiré les deux Tangentes de ces arcs AD & BH, alors les forces centrifuges ſeront DF, & HI; mais HC, CB : : DC, CA, c'eſt pourquoi HC — CB, CB : : DC — CA, CA : ou HC — CB. DC — CB : : CB, CA, parce que CB eſt = CI & CA = CF, & de cette maniere HC — CB = HC — CI = HI : auſſi DC — CA = DC — CF, = DF ainſi on aura HI, DF : : CB, CA.

§. 433. Si par conſequent le Corps B eſt au Corps A, comme AC eſt à BC, c'eſt-à-dire, en raiſon inverſe des diſtances, les forces centrifuges ſeront égales.

Pl. VII. Fig. 14. §. 434. Si deux Corps égaux A & B ſont mus dans la même diſtance A C du centre avec des vîteſſes différentes A O, A B, les Forces centrifuges de ces Corps ſeront comme les quarrés de ces vîteſſes A O, A B.

En effet, ſuivant le §. 428, la Force centrifuge de A eſt comme $\frac{\overline{AO}^q}{AD}$. & la Force de B eſt comme $\frac{\overline{AB}^q}{AD}$, & ces Forces ſont entr'elles comme $\overline{AO}^q$ à $\overline{AB}^q$.

§ 435. Si ces deux Corps A & B du §. 434. ſont des grandeur inégale, leurs Forces centrifuges ſeront en raiſon compoſée des grandeurs & des quarrés de vîteſſes.

§ 436. Si les deux Corps A & B ſont égaux, mais que leurs temps périodiques & leurs diſtances du centre ſoient inégales, la Force centrifuge du Corps A ſera à celle de B, comme la diſtance du Corps A au centre, diviſé par le quarré de ſon temps périodique, eſt à la diſtance du Corps B à ſon centre, diviſé par le quarré de ſon temps périodique.

Pl. VII. Fig. 13. La Force centrifuge de A eſt à celle de B, entant que les diſtances ſont inégales, en raiſon de la diſtance de A C à celle de B C, ſuivant le §. 432. mais en tant que les vîteſſes ſont inégales, les Forces ſont comme les quarrés des vîteſſes, ſuivant le §. 434; mais les temps pérodiques ſont en raiſon inverſe des vîteſſes, c'eſt pourquoi la Force centrifuge de A eſt à celle de B, dans le cas en queſtion, en raiſon compoſée de la diſtance de A C à B C, & du quarré du temps périodique de B à celui de A. Donnons au temps périodique de A le nom de T. & à celui du Corps B le nom de, t, alors la Force centrifuge de A ſera à celle de B, comme $AC \times \overline{t}^q$ à $BC \times \overline{T}^q$. Maintenant, ſi on diviſe ces grandeurs par $\overline{t}^q$ & $\overline{T}^q$, alors la Force de A ſera à celle de B, comme $\frac{AC}{T^q}$ à $\frac{BC}{t^q}$.

§. 437. Si, en ſuppoſant les Corps égaux, les quarrés des temps périodiques ſont comme les cubes des diſtances, les Forces centrifuges ſeront alors en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.

En effet, en admettant tout ce qui a été dit au §. 436, on ſuppoſe ici, que $\overline{T}^q : : \overline{AC}^c \overline{BC}^c$; mais les Forces centrifuges de A ſont, ſuivant le §. 436, comme $\frac{CA}{Tq}$ & celles de B comme $\frac{BC}{tq}$: Au-lieu des Dénominateurs de ces Fractions, poſons des grandeurs proportionelles, comme $\overline{AC}^c$ & $\overline{BC}^c$, alors la Force de A ſera à celle de B comme $\frac{AC}{AC}$ à $\frac{BC}{BC}c : : \frac{I}{\overline{AC}^q}, \frac{I}{\overline{BC}^q} : : \overline{BC}^q, \overline{AC}^q$.

§. 438. Cette propoſition eſt auſſi vraye, quoique les Corps ſoient inégaux Comme les Planettes de la premiere ſorte, qui ſe meuvent autour du Soleil, & celles de la ſeconde ſorte qui tournent autour des premieres, ont entr'elles les quarrés de leurs temps périodiques, comme les cubes de leurs diſtances ou au Soleil, ou aux Etoiles de la premiere ſorte, il faut

que

que leurs Forces centripetes ſoient en raiſon inverſe des quarrés de leurs diſtances : mais nous nommons Peſanteur ou Gravité, cette Force avec laquelle un Corps tend à s'approcher du centre d'un autre Corps ; par conſequent la Peſanteur des Planettes vers le Soleil, & celle des Planettes de la ſeconde ſorte vers les premieres, ſera en même raiſon que celle de nos Corps terreſtres, & celle de la Lune vers notre Globe, comme nous l'avons déja remarqué ci-deſſus.

Cette Doctrine des Forces centrales eſt d'un très-grand uſage dans la Phyſique, mais ſur tout dans l'Aſtronomie : on peut en effet tirer de-là cette conſequence, que la Terre doit tourner autour du Soleil & non le Soleil autour de la Terre. Mais quoiqu'il en ſoit à cet égard, comme il reſte toujours certain que l'un de ces deux Corps fait ſa revolution autour de l'autre, ils ont tous les deux une Peſanteur qui les porte l'un vers l'autre, & qui les empêche de s'éloigner l'un de l'autre. Ils reſſemblent en cela à deux Corps, attachés enſemble par un fil, dont l'un tourne autour de l'autre, & dont celui qui eſt tourné a une Force centrifuge, & l'autre, autour duquel ſe fait la revolution, a une Force centripete : dès-que la Force centrifuge ſe trouve plus grande que la Force centripete, il faut alors que le Corps, autour duquel ſe fait la revolution, ſoit pouſſé hors de ſa place par l'autre Corps. Si par conſequent, le Soleil a beaucoup plus de Force centrifuge, que la Terre n'a de Force centripete, il faut que la Terre ſoit pouſſée hors de ſa place par le Soleil, & qu'elle faſſe ſa révolution autour de cet Aſtre. Lorſqu'on veut ſupputer, quelle eſt la Force centrifuge du Soleil à l'égard de la peſanteur de la Terre, ſi l'on ſuppoſe que le Soleil tourne autour de la Terre dans l'eſpace d'un jour, on trouvera, que cette Force eſt du moins, comme 38000000 à 1. Comment eſt-il donc poſſible que le Soleil puiſſe tourner autour de la Terre ? Mais, ſi l'on ſuppoſe que notre Globe tourne autour du Soleil une fois en un an, la Force centrifuge de la Terre ſera à la Peſanteur ou Force centripete du Soleil comme 1 à 292500, de ſorte que la Terre pourroit ſeulement faire retirer un peu le Soleil de ſa place, & continueroit toujours ainſi ſûrement à ſe mouvoir autour de lui.

On n'a pas encore fait juſqu'à préſent grand uſage des Forces centrifuges, ni dans la Méchanique, ni dans la Phyſique, parce que les Ouvriers ne les ont ni vuës, ni compriſes, mais il y a toute apparence qu'on en retirera dans la ſuite beaucoup d'utilité ; on pourra s'en ſervir, au-lieu de Souflets, pour porter de l'air dans les Mines, & les deſſécher ; pour diverſes ſortes de pompes, & des pompes à feu, comme Monſieur Papin a commencé à le faire voir par ſa pompe de Heſſe ; pour des moulins à eau, que l'on pourra employer au-lieu de ceux dont on ſe ſert communément, afin de deſſécher plus facilement les Lacs & les Marais, & cela à l'aide de certains Tuyaux ſitués obliquement, ouverts par en-haut & par en-bas, & attachés à un pilier avec le quel ils tournent. On peut encore s'en ſervir pour des Fontaines, & une infinité d'autres choſes.

§. 439. Monſieur Chr. Huygens eſt le premier Philoſophe qui ait fait le calcul des Forces centrifuges. Il a été ſuivi par les fameux Iſaac Newton, Lemoivre, Jean Bernouilli, & Jean Keill, qui ont tous répandu un plus grand jour ſur cette matiere. Nous renvoyons à ces Auteurs, que l'on peut conſulter ſur cet article.

Nous nous contenterons d'ajoûter ici une propoſition générale pour déterminer les Forces centripetes d'un Corps, qui tourne dans telle ligne courbe qu'on voudra, ſuivant la demonſtration du célébre Mathématicien Jean Bernouilli.

Pl. VIII. Fig. 10. §. 440. Suppoſons que MPQ ſoit une ligne courbe, dans la circonférence de laquelle le Mobile ſoit porté, & poſons qu'il ſoit parvenu en P, que S ſoit le centre des Forces : Que PG ſoit le Rayon de la courbure, que ST ſoit la ligne perpendiculaire tirée du centre des Forces ſur la Tangente, qui eſt décrite par le point P. Qu'on prenne dans la ligne courbe le point Q infiniment proche de P, par où on doit tirer la ligne droite SQD, enſuite QL perpendiculairement ſur la Tangente TD.

Comme le Triangle SPQ exprime le temps, dans lequel la portion PQ de la ligne courbe eſt décrite, ſuivant le §. 427 : que ce temps ſoit donné, on pourra le poſer $=1$, mais ce Triangle SPQ eſt égal à $ST \times PQ$, & par conſequent celui-ci $=1$. De plus le Rayon de la courbure PG eſt à PQ :: PQ à QL, ſuivant le §. 428, par conſequent

QL eſt $= \frac{\overline{PQ}^q}{PG}$, mais ST, SP :: QL, QD, de ſorte que QD eſt $= \frac{SP \times QL}{ST}$. QD

repréſente la Force centrifuge, comme nous venons de trouver qu'elle étoit la grandeur de QL : nous la poſerons en ſa place, & par-là nous aurons

$QD = \frac{\overline{PQ}^q \times SP}{PG \times ST}$, & ceci étant multiplié par $\overline{ST}^q$, ou aura $\frac{\overline{PQ}^q \times RP \times \overline{ST}^q}{PG \times \overline{ST}^c}$.

parce que $\overline{ST}^q \times \overline{PQ}^q$ a été donné, car $ST \times PQ$ eſt $=1$. de méme auſſi $\overline{ST}^q \times \overline{PQ}^q = 1$, c'eſt pourquoi on peut ôter ceci, & de cette maniere il

reſtera pour QD, qui eſt la Force centripete, $\frac{SP}{PG \times \overline{ST}^c}$.

CHAPITRE XV.

De la Dureté, de la Molleſſe, de la Fléxibilité, & de l'Elaſticité.

§. 441. Nous appellons d'ordinaire *Corps dur* celui, dont les parties, à l'égard de nos ſens, ne cédent pas, ou ne cédent que fort peu, quoiqu'elles ſoient preſſées avec force : elles ne ſe ſéparent auſſi du Corps qu'avec beaucoup de peine, de ſorte que la figure d'un Corps dur n'eſt preſque pas ſujette au changement.

§. 442. Nous appellons un Corps *parfaitement dur* celui, dont les parties

ties ne cédent pas entr'elles, & ne se séparent pas l'une de l'autre, quoiqu'on les presse fortement; de sorte que la figure de ce Corps ne peut absolument être changée.

Nous ne connoissons dans l'Univers aucun grand Corps qui soit parfaitement dur. En effet, tous ceux dont nous avons connoissance, peuvent être brisés & réduits en piéces, & lorsqu'on les presse ils changent de figure, sans en excepter même les Diàmans les plus durs, les cailloux, les pierres communes, & toutes les pierres précieuses de quelque nature qu'elles puissent être. Mais pour ce qui est des Elémens ou des dernieres parties, qui sont les plus petites de toutes, & ausquelles les Corps peuvent être réduits, il paroît qu'elles sont parfaitement dures, puisqu'il ne se trouve dans toute la Nature aucune force, qui puisse les briser & les rompre. Ainsi, quoique les grands Corps ne soient pas durs, ils ne laissent pourtant pas d'être composés de particules parfaitement dures.

§. 443. On appelle *Corps mollasse* celui, dont les parties, à l'égard des sens, cédent facilement à la moindre impression, & peuvent être facilement séparées l'une de l'autre.

§. 444. Un Corps est d'autant plus mou, que ses parties peuvent être séparées par une plus petite force. Il se trouve plusieurs grands Corps qui sont mous, comme le beurre, la terre glaise humide, &c. Ces Corps sont faits de telle maniere, qu'ils reçoivent la figure du Corps qui les presse, & qu'ils conservent ensuite cette même figure. Il n'y a cependant aucun Corps parfaitement mou, c'est-à-dire, dont les parties ne puissent être séparées l'une de l'autre par aucune force, ou par une force infiniment petite, si l'on en excepte la force d'*Inertie*, parce que les parties de tous les Corps se tirent mutuellement avec beaucoup de force; & cette force doit être surmontée par la cause, qui divise & sépare les parties les unes des autres.

On donne le nom de *Corps fléxible* à celui, dont la figure peut être changée, allongée & raccourcie, quoiqu'il ne se fasse cependant aucune séparation des parties. Il se rencontre un grand nombre de Corps de cette nature. Telles sont toutes les membranes des Corps des Animaux, & toutes les parties oblongues des Végétaux. Tous ces Corps paroissent être composés de parties oblongues, posées les unes sur les autres, comme dans une couche bien liée, semblable à celle de nos murs que les Maçons bâtissent avec des pierres.

§. 446. On appelle *Corps élastique* tout Corps fléxible, que quelque force extérieure fait changer de figure, mais qui se rétablit lui-meme par sa propre force dans l'état où il étoit auparavant, des-qu'il n'est plus pressé par la cause qui changeoit sa figure.

§. 447. Nous appellons *Elasticité parfaite*, lorsque la force du Corps tiré ou comprimé est égale aux forces de la cause qui le tire ou qui le comprime, de sorte que ce Corps reprend absolument la même figure qu'il avoit avant que d'être tiré ou comprimé.

La plûpart des Corps, que nous connoissons, sont élastiques. Tels

 sont

font 1°. Presque tous les métaux, les demi-métaux, les pierres précieuses, les pierres communes, & la plûpart des Corps que l'on tire du sein de la Terre. 2°. Telles sont aussi toutes les parties solides des Corps des Animaux, comme tous les membres, les intestins, les muscles, les tendons, les os, les cornes, les ongles, les cheveux ou les poils. Telles sont encore les parties solides & seches des plantes.

§. 448. Il y a plusieurs degrés d'élasticité dans les Corps, & quoiqu'il n'y ait peut-être aucun Corps qui soit parfaitement élastique, il s'en rencontre cependant dont l'élasticité est presque parfaite, comme sont les ongles des doigts, les cornes, l'ivoire, l'acier trempé, le verre, & toutes les pierres précieuses.

Il paroît presqu'impossible, qu'il se trouve des Corps doués d'une parfaite élasticité. En effet, lorsqu'un Corps bandé se débande, il faut de nécessité que quelques-unes des parties solides, qui se touchent mutuellement, se repoussent & se retirent, & qu'elles souffrent de cette maniere un frottement considérable, ce qui produit un violent obstacle pour le mouvement, & doit certainement faire perdre quelques-unes des forces. C'est aussi à l'aide de ce frottement, que tous les Corps élastiques reprennent leur premier état de repos, après quelques secousses & trémoussemens. Lorsqu'on touche une corde bandée sur un clavecin, elle trémousse d'abord avec le plus de force, & parcourt le plus grand espace, mais tout cela diminuë insensiblement, jusqu'à ce qu'elle se trouve enfin sans aucun mouvement. Ce frottement ne peut être ôté, à moins que les parties, qui se meuvent les unes sur les autres, ne soient solides, sans aucun pore, & n'ayent une surface bien unie & bien polie, ce qu'elles n'ont pas : peut-être que les parties de ces orps, qui approchent le plus de la parfaite élasticité, sont celles qui sont les plus polies & qui ont moins de pores que les autres.

Il semble que l'élasticité soit différente à proportion que les parties des Corps sont plus ou moins compactes : car plus on bat les métaux, plus ils deviennent compactes & élastiques. L'acier trempé est beaucoup plus élastique que celui qui est mou ; il est aussi beaucoup plus compacte, car on trouve que la pesanteur spécifique de l'acier trempé est à celle de l'acier, qui n'a pas été trempé, comme 7809 à 7738.

Outre cela, plus les Corps sont froids, plus ils sont élastiques, les Corps froids ayant alors leurs parties beaucoup plus serrées & plus compactes ; mais plus ils sont chauds, moins ils ont d'élasticité, & les parties des Corps chauds sont aussi sont aussi plus rarefiées. C'est pour cette raison que les Joueurs de violon trouvent, que leurs instrumens retentissent & raisonnent avec beaucoup plus d'agrément en Hiver, sur tout lorsqu'il gêle, qu'en Eté.

§. 449. L'élasticité de tous les Corps soit celle des animaux, des fossiles, ou des végétaux, reste constamment la meme & sans aucun changement dans le vuide aussi-bien que lorsqu'ils sont exposés au grand air, pourvu seulement qu'on ait soin, que ces Corps ne deviennent ni humides,

des, ni secs, ni froids, ni chauds. Cette vérité à été démontrée par les observations qui ont été faites à ce sujet dans les métaux, dans les côtes de Baleine, les cordes de violon, la laine, l'éponge, le verre, & autres Corps, comme le témoignent Messieurs Boyle, Hauksbée, Derham, & comme nous l'avons aussi observé nous-mêmes.

§. 450. Il suit de-là, que l'élasticité des Corps ne dépend pas de l'élasticité de l'Air, comme quelques Philosophes l'ont cru, en établissant; que l'Air s'insinuoit entre les parties des Corps, en entrant par leurs pores, & que de cette maniere il les rendoit élastiques. Mais il s'en est trouvé d'autres qui ont raisonné beaucoup plus subtilement. Ces derniers supposent, que les pores du Corps A, B, C, qui n'est pas courbé, sont de figure cilindrique, mais qu'ils deviennent de figure conique aussi-tôt que le Corps se courbe, comme *a*, *b*, *c*; que ces pores deviennent plus larges du côté du Corps, qui se trouve gonflé, comme en *K*, & en *m*, mais qu'ils sont plus petits du côté de la cavité *d*, *e*, parce que les parties solides sont comme repoussées en-dedans. Ces Messieurs établissent, qu'il y a un Air subtil, qui se trouvant continuellement en mouvement, s'insinue dans le côté le plus large, *K* & *m*, en plus grande quantité, qu'il n'en peut sortir par les côtés les plus étroits, *d* & *e*; de sorte que cette matiere subtile doit aller se précipiter contre le côté *a d*, & le presser vers, *f*; que les deux côtés de la partie *b*, sont pressés de *l* vers *g*, & de *i* vers *g*. Ils établissent aussi, que *c* est pressé vers *h*, & que par-là les extrêmités les plus étroites des pores devenant plus larges proche de *d*, & de *e*, les parties *a b c* sont contraintes de reprendre la situation droite A, B, C, dans laquelle elles étoient auparavant. Cette pensée est sans doute ingénieuse, mais voici ce que nous avons à y opposer. 1°. C'est une pure supposition que d'avancer qu'il y ait un Air subtil. 2°. S'il y avoit un tel Air subtil, il ne pourroit couler que suivant une seule direction. Supposons donc qu'il coule dans le Corps A B C, de haut en-bas, il pourra alors produire cet effet, lorsque le Corps se trouvera courbé comme en *a*, *b*, *c*. Mais supposons, que ce même Corps, vienne à reprendre d'abord une autre situation, & qu'il soit courbé comme K, L, M, alors l'Air subtil pénétrera par le côté le plus étroit des pores, & sortira par le côté le plus large, & ne fera pas par consequent reprendre au Corps la situation droite A, B, C, qu'il avoit auparavant, à moins qu'on ne suppose de nouveau, que la matiere subtile a assez d'avisement pour s'en appercevoir d'abord, & que pour cet effet elle n'aille changer le cours qu'elle avoit pris, & qu'elle ne coule dans un sens opposé, pour remettre de nouveau le Corps courbé dans une situation droite. 3°. Pour proceder ici généreusement, je veux bien accorder à ces Messieurs, que l'Air subtil s'insinue dans les pores élargis *K*, *m* du Corps courbé *f*, *g*, *h*, & que de cette maniere il rétablit A, B, C, dans la situation droite où il étoit, car cela peut se faire à l'aide d'un liquide, & par consequent il fera reprendre par ce moyen à un Corps courbé la situation droite qu'il avoit auparavant. Or je demande, s'il ne se passe rien autre chose

Pl. VII. Fig. 15.

dans les Corps élaſtiques, lorſqu'ils ſe débandent ? Suppoſons une corde tenduë ſur un violon & courbée comme K L M, cette corde, étant lâchée non ſeulement ſe débande, mais elle ſe jette du côté opposé, où elle forme un coude, comme *f*, *g*, *h*, & elle ſe renverſe enſuite pour former de nouveau la ſinuoſité K, L, M. Que l'on me diſe à préſent, comment il eſt poſſible, que par le moyen de l'écoulement d'un liquide, le Corps faſſe quelque choſe de plus, que de ſe remettre dans la ſituation droite où il étoit ? Cela eſt auſſi incompréhenſible, que ſi le liquide, après avoir premierement pris ſon cours dans les directions *K d*, *m e*, lorſque le Corps étoit courbé dans la ſituation *f*, *g*, *h*, alloit ſur le champ ſe détourner pour ſe mouvoir ſuivant *d K*, *m e*, lorſqu'il ſe trouve dans la ſituation K, L, M, & cela dans le temps même que ſe font les trémouſſemens ſubits & prompts des cordes qui ſont bandées : car le cours que prend le liquide vers un côté doit être arrêté, avant que celui qui doit ſe faire de l'autre côté puiſſe arriver.

4°. Lorſqu'une corde, qui eſt bandée en droite ligne, vient à être courbée dans le milieu, elle devient plus longue : que cette corde ſoit *f*, *g*, *h*, Suppoſons maintenant, que le liquide ſubtil s'introduiſe dans les pores *K*, *m*, vers les iſſuës les plus étroites *a* & *e*, il faudra donc alors que ſes parties *f*, *g*, *h*, ſoient écartées les unes des autres, par où il arrivera que le Corps deviendra plus long en ſe remettant dans la ſituation droite qu'il avoit auparavant : ce qui ne s'accorde pourtant pas avec l'Expérience, car il devient plus court auſſi-tôt qu'il eſt droit.

5°. Mais ſuppoſons que deux Corps ſoient ſitués l'un près de l'autre, & que l'un ſoit courbé par en-haut comme *a*, *b*, *c*, & l'autre par en-bas, comme K, L, M, alors ces deux Corps ne pourront être retablis dans la ſituation droite où ils étoient, par ce même Air ſubtil qui ne pénétre que d'un côté ; puiſque cet Air coulant de haut en-bas, le Corps *a*, *b*, *c*, qui eſt en-haut, peut bien devenir droit, au-lieu que la même choſe ne peut arriver à K, L, M qui ſe trouve en-bas. Concevons auſſi de cette maniere un tas de petits Reſſorts d'Acier, rangés en maniere de petits cercles, mais qui forment une ſorte de Sphére : comment eſt-ce que l'élaſticité de tous ces petits cercles pourra agir en même-temps, à moins qu'on ne ſuppoſe, que l'Air ſubtil s'inſinue de tous côtés dans ces petits cercles, & que c'eſt de cette maniere qu'il produit ſur eux ſon effet ? Mais la choſe n'eſt pas du tout poſſible.

§. 451. Il s'eſt rencontré quelques autres Philoſophes, qui voyant plus loin que les précédens, ont trouvé qu'on ne pouvoit réſoudre ces difficultés, ce qui les a engagés à faire quelque changement à l'hypothéſe que nous venons d'éxaminer. Ils ſuppoſent, que l'air ſubtil eſt lui-même élaſtique, & que pénétrant dans les pores de tous les Corps, il fait que leurs parties deviennent élaſtiques. Ce ſentiment ne différe donc pas du premier, dans lequel on avance, que l'air groſſier eſt la cauſe de l'élaſticité, ſi ce n'eſt qu'on prend ici pour cauſe l'air ſubtil, au-lieu que les autres

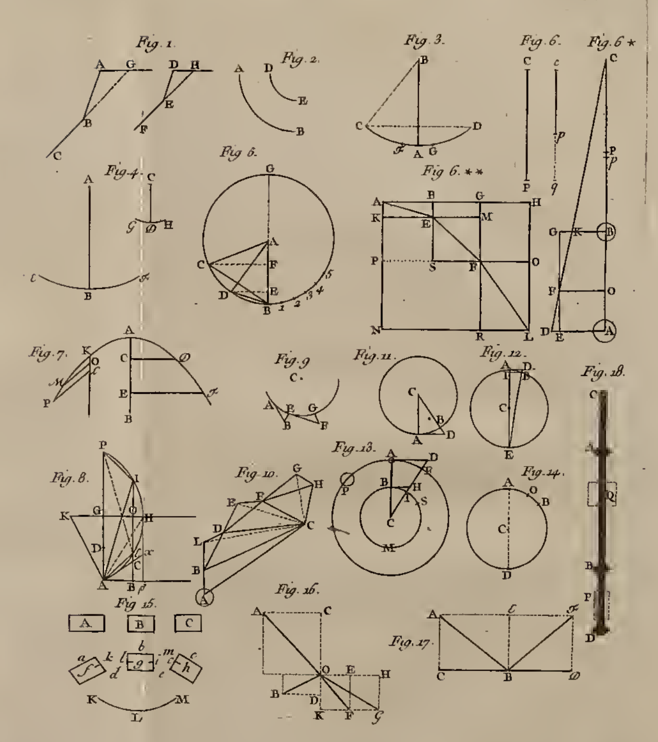
autres Philosophes lui donnent le nom d'air grossier. Mais si ce sentiment pouvoit avoir lieu, tous les Corps, tant les solides que les fluides, ne devroient-ils pas être élastiques; puisque cet air subtil doit passer par les pores de tous les Corps? Il n'en est pourtant pas ainsi; car il y a des Corps mollasses qui n'ont point d'élasticité, comme le Plomb, la Terre glaise, le Beurre, &c. 2°. Mais supposons, qu'il y ait un air subtil, & que cet air soit élastique; je demande alors, quelle peut être la cause de son élasticité? Cette cause est-elle encore un autre air plus subtil, & qui seroit aussi élastique? Qu'est-ce qui est la cause de l'élasticité de ce dernier? Cela devroit aller de cette maniere jusqu'à l'infini, ce qui est absurde. 3°. Ce sentiment n'est qu'une supposition renfermée dans une autre supposition. En effet, prétendre d'abord qu'il y ait un air subtil, c'est une pure supposition. En second lieu, avancer que cet air subtil soit élastique; c'est encore une autre supposition. Je n'ignore pas, qu'il y a plusieurs Sçavans qui croyent pouvoir démontrer clairement par la force élastique des Corps, qu'il doit y avoir un air subtil, & que cet air est la cause de l'élasticité. Voici de quelle maniere ils raisonnent pour le prouver. Tous les Corps qui sont en repos, n'ont à ce qu'ils prétendent, ou d'eux-mêmes ou dans eux-mêmes, aucune force à l'aide de laquelle ils puissent se mouvoir. Or un Corps élastique qui est courbé, est composé de parties qui sont en repos; & par consequent il faut qu'il y ait une cause de ce mouvement, qui fait quitter aux parties la place qu'elles occupoient. Or cette cause ne peut être autre chose que ce même air subtil, qui s'insinuë & pénétre dans les pores. J'accorderai volontiers, qu'une petite partie d'un Corps, prise en elle-même, n'a aucune force pour se mouvoir elle-même vers quelqu'endroit que ce soit, de sorte qu'aucun des Atômes qui sont dans le monde ne sçauroit jamais se mouvoir ni du côté de l'Orient, ni du côté de l'Occident, ni vers le Nord, ni vers le Midi; mais si l'on suppose, qu'il y ait deux Corps dans le Monde, on peut demander, si ils ne sçauroient se mouvoir l'un vers l'autre, sans le concours d'un troisiéme, qui soit lui-même en mouvement? Cela n'est pas si clair que ce qui précéde. Lorsqu'on suppose, que les Corps ne sont autre chose que l'étenduë, ou bien qu'ils ne sont doués que de l'impénétrabilité, il est certain que deux Corps qui sont en repos ne peuvent s'approcher l'un de l'autre, à moins qu'il ne survienne une autre cause qui les mette en mouvement. Mais ceci n'est fondé que sur cette supposition, que les Corps ne sont que l'étenduë même, ou l'étenduë impénétrable, ce qui n'est pas vrai, comme nous l'avons fait voir dans le second Chapitre de cet Ouvrage, où l'on peut voir d'une maniere évidente, qu'il y a beaucoup plus que cela dans l'intérieur des Corps, & qu'il y a même beaucoup de choses qui nous sont jusqu'à présent inconnuës. Cela étant ainsi, je demanderai comment on sçait, lorsque deux Corps se trouvent situés à quelque distance l'un de l'autre, qu'ils ne pourront se joindre réciproquement, sans qu'il survienne un troisiéme Corps qui soit en mouvement? On ne pourra ici ré-
 pondre

pondre ou que par l'expérience, ou que par les idées que l'on s'eſt formées des Corps. L'expérience ne nous fait pas voir, que deux Corps s'approchent toujours l'un de l'autre lorſqu'ils ont été mis en mouvement par un troiſiéme Corps; car il y a pluſieurs cas, où aucun de nos ſens ne peut découvrir ce troiſiéme Corps. On peut encore moins conclure des idées que nous avons de diverſes proprietés des Corps; puiſque, pour tirer une concluſion juſte, il ſeroit néceſſaire que nous euſſions une parfaite connoiſſance de toutes les proprietés intérieures des Corps. Concluons donc qu'il paroît clairement, que l'on fait une ſuppoſition qui n'a aucun fondement, lorſqu'on avance, que deux Corps qui ſont en repos ne peuvent être mus, que par le moyen d'un troiſiéme Corps qui ſoit en mouvement.

§. 452. D'autres Philoſophes ſubtils & ingénieux, voulant rendre raiſon de la force élaſtique, ont ſuppoſé que les Corps élaſtiques ſont composés de petites parties, dont chacune eſt douée d'une force élaſtique; qu'il y a entre ces parties des pores, remplis de petits tourbillons de matiere ſubtile, & dont il s'en trouve un ou davantage dans chaque pore. Ces tourbillons, ajoutent-ils, tournant continuellement, preſſent par leur force centrifuge les parties ſolides des Corps les unes contre les autres, & ſont de cette maniere la cauſe de leur ſolidité & de leur élaſticité. N'eſt-il pas viſible, que tout ceci n'eſt qu'une pure chimére, laquelle tombe d'elle-même, ſi on demande ſeulement une ſeule preuve de ce qu'on avance, & de quelle maniere on le ſçait. N'eſt-ce pas-là pouſſer les ſuppoſitions de Deſcartes juſqu'à l'extravagance? On pourroit avec raiſon appliquer ici les paroles du grand Réaumur dans ſon Hiſtoire des Inſectes, pag. 352. Je ſuis étonné, qu'une telle idée eût été adoptée par un célébre Métaphyſicien, ſi je ne ſçavois qu'il pouvoit quelquefois être maîtriſé par ſon imagination, lorſqu'il n'étoit pas aſſez en garde contr'elle; elle égaloit en beauté, en force & en étenduë celle des plus grands Poëtes. Quelle doit donc être la ſolidité des preuves qui ne ſont appuyées que ſur un ſi foible fondement? Nous aimons mieux nous abſtenir juſqu'à préſent de rien propoſer touchant la cauſe de l'élaſticité, puiſque les Philoſophes n'ont pas encore fait aſſez d'expériences ſur les forces élaſtiques des Corps; lorſque nous en aurons un plus grand nombre, par où on puiſſe voir clairement quelle en eſt la véritable cauſe, nous les expoſerons, & en attendant nous ſuſpendrons notre jugement.



CHAPITRE


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 6 *
Fig. 4.
Fig 5.
Fig 6. * *
Fig. 7.
Fig. 9
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 18.
Fig. 8.
Fig. 10.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig 15.
Fig. 16.
Fig. 17.

CHAPITRE XVI.

De la Percussion.

§. 453. LA Doctrine du *Choc* ou de la *Percussion* est de grande importance dans la Physique, parce que la plûpart des Corps agissent les uns sur les autres, en se choquant & en se heurtant ; c'est de cette maniere que la plûpart des phénomènes des Corps arrivent. Il est aussi utile de bien connoître cela dans les autres Sciences ; afin qu'on puisse rendre raison de ce qu'on fait : par exemple, les Soldats étoient autrefois accoutumés de se servir dans la Guerre de Beliers, avec lesquels ils renversoient les grosses pierres des Remparts des Villes, ce que nous faisons aujourd'ui avec beaucoup plus de facilité à l'aide du Canon. On a eu des Beliers qui pesoient 40000 ℔, lesquels étoient mis en mouvement par 1000 Soldats qui agissoient tous à la fois. Supposons qu'un semblable Belier ait été mu avec une vîtesse qui l'ait fait avancer d'un pied dans une seconde, la force avec laquelle ce Belier agissoit contre la muraille, a dû être de $40000 \times 1^{q} = 40000$. Nous tirons aujourd'hui des Boulets de Canon, qui parcourent 600 pieds dans une seconde ; supposons que le Boulet pese 12 ℔, alors sa force sera comme le quarré de la vîtesse, multipliée par la pesanteur, c'est-à-dire, comme $600 \times 600 \times 12. = 4320000.$ Il paroît par-là, qu'un semblable Boulet a plus de force, que ce pesant Belier, & que c'est avec raison qu'on a rejetté les Beliers. En effet, on étoit obligé d'employer 1000 Soldats pour faire agir un de ces pesans Beliers, au-lieu que trois hommes suffisent pour une piéce de Canon. Nous nous étendrons par consequent un peu davantage sur cet article qui est d'une grande utilité.

Nous appellons *Choc* ou *Percussion*, cette action qu'un Corps employe, lorsqu'étant mis en mouvement il vient choquer un autre Corps avec toute sa force.

§. 454. Un tel choc arrive, lorsqu'un Corps en mouvement se heurte contre un autre Corps qui est en repos : ou lorsque deux Corps viennent se choquer l'un contre l'autre avec une direction contraire : ou lorsque deux Corps parcourant un même chemin pour se rendre au même endroit, celui qui vient derriere étant mû avec plus de vîtesse que celui qui court devant lui, tombe sur ce premier Corps & le choque. Ces trois cas ont lieu tant dans les Corps durs, que dans les mous, & dans ceux qui ont de l'élasticité. Comme nous n'avons point de Corps solides assez grands sur lesquels on puisse faire les expériences nécessaires, & que ce ne sont que des Elémens ou de très-petites parties qui échappent à nos sens à cause de leur finesse, nous nous contenterons d'examiner le choc des Corps mous & élastiques.

§. 455.

§. 455. On donne le nom de *Vîtesse respective* à celle par laquelle deux Corps s'approchent, ou s'éloignent réciproquement l'un de l'autre. Si par consequent un Corps est en repos, & que l'autre se meuve vers lui en s'en approchant, la vîtesse respective est alors la même que la vîtesse absoluë. Si deux Corps sont portés dans le même chemin vers le même endroit, la vîtesse respective est alors égale à la différence des vîtesses des deux Corps, lesquels ou s'approchent l'un de l'autre, si le Corps qui est derriere se meut avec plus de vîtesse que le premier; ou s'éloignent davantage l'un de l'autre, si le Corps qui vient derriere, avance plus lentement que celui qui court devant lui. Mais si deux Corps sont portés l'un contre l'autre par une direction contraire, alors la vîtesse respective est égale à la somme des deux vîtesses.

§. 456. Le *Choc direct* arrive, lorsque la ligne de direction passe par le centre de gravité des deux Corps, & par les parties des surfaces qui se touchent réciproquement dans le choc, & sur lesquelles cette ligne passe perpendiculairement. Nous donnons à tous les autres chocs le nom de *Chocs obliques*. Je parlerai premierement du choc directe des Corps mous.

§. 457. Si deux Corps mous se choquent réciproquement, la figure de tous les deux se changera, puisque leurs parties seront ou comprimées ou séparées les unes des autres. Si un Corps dur vient se choquer contre un Corps mou, ce dernier changera aussi de figure, puisque les parties du Corps mou seront enfoncées alors en-dedans. Cependant les parties ne peuvent être enfoncées en-dedans, à moins que la force, avec laquelle les parties sont adhérentes les unes aux autres, ne soit surmontée. La force de la cohésion fait résistance, & emporte par consequent une partie de la force du Corps qui est en mouvement; c'est pourquoi toutes les fois qu'il se heurte contre un Corps mou, il faut que la force qu'il employe pour faire changer la figure du Corps mou, soit anéantie.

§. 458. Si le Corps, que je nomme A, choque le Corps auquel je donne le nom de B, lequel est égal à A, & en repos, ces deux Corps se mouvront ensemble après ce choc avec une vîtesse deux fois moindre, que celle avec laquelle A se mouvoit auparavant contre B; & par consequent la moitié des forces étant employée pour leur faire changer de figure, sera entierement perduë. Supposons que A qui est en mouvement, aille choquer B avec 10 degrés de vîtesse, A aura alors 100 forces; après le choc la vîtesse de chaque Corps est de cinq degrés, il y a donc dans chaque Corps 25 forces, qui font ensemble 50 dans les deux Corps: il y en avoit auparavant 100 dans A, mais à présent il ne s'en trouve plus que 50 de reste dans les deux Corps, par consequent il s'est perdu 50 forces, qui ont été employées pour faire changer de figure à ces Corps.

§. 459. Toutes les fois que la vîtesse respective des deux Corps A & B, qui sont égaux & qui se choquent réciproquement, se trouve égale, le changement de figure est aussi égal, & il se perd une égale quantité de forces.

En

En effet, si ces deux Corps se choquent réciproquement dans une direction opposée, & que A soit porté avec une vîtesse de 5 degrés, & B aussi avec une vîtesse de 5 degrés, la vîtesse respective de ces Corps doit être de 10 degrés, suivant le §. 455; après le choc ces deux Corps restent en repos, toutes leurs forces qui sont 25 dans chacun d'eux, ayant été employées pour leur faire changer de figure, & ce changement est précisément le même que celui du §. 458. Si A s'avance avec 6 degrés de vîtesse, & que B soit porté contre lui avec 4 degrés de vîtesse, la vîtesse respective sera encore de 10 degrés, & après le choc le changement de figure sera égal au précédent.

Si A est porté avec 8 degrés de vîtesse, & que B vienne le choquer avec deux degrés de vîtesse, le changement de figure sera encore le même, puisque la vîtesse respective, avec laquelle les Corps se heurtent réciproquement, est égale & de 10 degrés.

La même chose arrive, lorsque le Corps A est porté dans le même chemin avec plus de vîtesse que B, qui avance devant lui, mais plus lentement: car supposons que A soit porté avec 15 degrés de vîtesse, & que B le précéde avec 5 degrés de vîtesse, alors la vîtesse respective, avec laquelle A se meut vers B, est de 10 degrés; on trouve que dans ce choc, le changement de figure est encore le même qu'auparavant.

Cela doit arriver de cette maniere, parce que les Corps ne peuvent agir réciproquement les uns sur les autres, que suivant leur vîtesse respective, car en tant qu'ils ont un mouvement commun vers un même lieu, ils ne peuvent agir les uns sur les autres; par consequent quelque différence qu'il puisse y avoir dans leurs vîtesses, ils doivent toujours produire le même effet, lorsque leurs vîtesses respectives sont égales.

On voit aussi par ces expériences, que la force qui se trouve dans deux Corps égaux, lesquels se choquent réciproquement avec une égale vîtesse, doit se perdre par le changement de figure. Ainsi, toutes les fois que des Corps égaux qui auront la même vîtesse respective, comme dans le cas précédent, seront portés l'un contre l'autre, on pourra toujours sçavoir, combien il se perd de forces, quelles que soient les forces avec lesquelles les Corps puissent se mouvoir après le choc, & de quelque maniere que se fasse ce mouvement.

§. 460. Afin de pouvoir aussi connoître la vîtesse commune & la direction des Corps après le choc, il faut retrancher de la somme des forces avant le choc la somme des forces perduës; le reste doit être divisé par la somme des deux Corps, & il faut tirer du Quotient la Racine quarrée, laquelle sera alors la vîtesse commune. Quant à la direction il faut, pour la trouver, faire attention au Corps qui se meut avec le plus de vîtesse, & dont la direction reste après le choc, puisque c'est celui-là qui emporte avec lui l'autre Corps qui est porté plus lentement.

Supposons que A ait une vîtesse de 15 degrés, & que B précéde dans le même chemin, mais plus lentement, n'ayant que 5 degrés de vîtesse: de cette maniere, la force de A sera de 225, celle de B de 25, & la

somme des forces 250 ; les forces qui se perdent par le changement de figure sont 50, suivant le §. 459, qui étant retranchés de la somme de 250, il reste 200 forces, que l'on doit diviser par les deux Corps A & B, puisqu'ils les ont également dispersées ; ainsi en divisant 200 par 2, le Quotient est 100 forces : ces forces sont celles qui se trouvent dans chaque Corps, & comme les forces sont comme les quarrés des vîtesses, on doit tirer de ces quarrés la Racine qui est 10 ; de sorte que la vîtesse commune des deux Corps, réünis en quelque sorte par le choc, est de 10 degrés, les deux Corps étant portés dans la même direction, dans laquelle A se mouvoit. Pour répandre encore plus de jour sur cette matiere, nous allons proposer un autre cas.

Que A soit porté avec une vîtesse de 8 degrés contre B, & que B vienne à sa rencontre avec une vîtesse de deux degrés, alors la force de A sera de 64, & celle de B de 4. La somme de ces forces est 68. Les forces employées pour faire changer de figure à ces Corps, sont 50. lesquelles étant retranchées de 68, il reste 18, que l'on doit diviser par les deux Corps, le Quotient est 9, dont on doit tirer la racine, laquelle donne 3, qui est la vîtesse commune des Corps après le choc, & dans la même direction dans laquelle A étoit déja porté auparavant.

§. 461. Si deux Corps de masses inégales sont portés l'un contre l'autre, on pourra connoître les forces qui se perdent dans le changement de figure, en multipliant les masses des deux Corps l'une par l'autre, & en multipliant encore ce produit par le quarré de la vîtesse respective, & enfin en divisant ce second produit par la somme des deux grandeurs des Corps.

Cette régle est fondée sur les expériences suivantes. Lorsque deux Corps inégaux sont portés l'un contre l'autre avec des vîtesses, qui soient en raison inverse de leurs masses, toutes les forces se perdront dans le changement de figure, & les deux Corps se trouveront dans un repos parfait après le choc. Que A soit trois fois plus pesant que B, mais que A soit porté avec un degré de vîtesse, & que B vienne à sa rencontre avec trois degrés de vîtesse, alors les vîtesses seront en raison inverse des masses, & après le choc A & B se trouveront dans un repos parfait, comme si ils n'eussent jamais été mis en mouvement, toutes les forces s'étant perduës dans le changement de figure. Cela posé, il faudra chercher les forces qui se perdent dans le changement de figure, lorsque les Corps se choquent réciproquement avec la même vîtesse respective.

Que les Corps soient nommés A & B, & leurs vîtesses a, & b ; lors donc que toutes les forces se perdront dans le choc, il faudra que A, B : : b, a ; puisque ces Corps sont portés l'un contre l'autre, leur vîtesse respective doit être égale à la somme des deux vîtesses ensemble, c'est-à-dire, comme a + b, & pour plus grande commodité on posera seulement d, à la place de a + b, & on raisonnera en composant, A + B, B : : d, a ; par consequent, $a = \frac{Bd}{A+B}$. En raisonnant d'une autre maniere

niere, on aura, A+B, A : : d, b; de forte que, b eft $= \frac{Ad}{A+B}$. La fomme des forces dans les deux Corps eft $Aaa + Bbb$. Pofons maintenant à la place de aa, fa valeur trouvée, c'eft-à-dire, le quarré de $\frac{Bd}{A+B}$, lequel eft $= \frac{BBdd}{A+B^q}$ & à la place de bb, pofons le quarré de $\frac{Ad}{A+B^q}$, lequel eft $= \frac{AAdd}{A+B^q}$, & ces quarrés étant multipliés par les grandeurs des Corps A & B, on aura alors $\frac{Aaa + Bbb = ABBdd + AABdd}{A+B^q}$. Maintenant on peut divifer le Numerateur & le Dénominateur de cette Fraction par A + B, dont le Quotient eft $\frac{ABdd}{A+B}$. Comme nous avons pofé les vîteffes en raifon inverfe des maffes, il faut que toutes ces forces $\frac{ABdd}{A+B}$ fe perdent dans le changement de figure. On voit par confequent ici la régle : les deux Corps A & B font multipliés l'un par l'autre, & donnent A B : cette grandeur eft encore multipliée par le quarré de la vîteffe refpective, ce qui eft ici, d d, qui devient de cette maniere A B d d, & ce produit eft divifé par la fomme des maffes des deux Corps A + B, qui font par confequent $\frac{ABdd}{A+B}$.

Ceux qui font moins verfés dans l'Algebre peuvent fe contenter de cet exemple. Soient les deux Corps A & B, dont A pefe 2 ℔, B 3 ℔; que la vîteffe, avec laquelle A fe meut, foit de 3 degrés, & que B foit porté contre lui avec une vîteffe de 17 degrés, alors la vîteffe refpective fera égale à la fomme des deux vîteffes, c'eft-à-dire, de 20 degrés : le quarré eft 400, ce qui étant multiplié par 2×3, c'eft-à-dire, par les grandeurs des Corps A & B donne 2400 : ceci étant divifé par la fomme des deux Corps A & B, c'eft-à-dire, $2 + 3 = 5$, produit 480, qui font par confequent les forces, qui fe perdent dans le choc par le changement de figure. Les forces, avec lefquelles A fe meut avant le choc, font $3 \times 3 \times 2 = 18$, & celles de B font $17 \times 17 \times 3 = 867$. La fomme des deux forces eft $18 + 867 = 885$.

§. 462. On pourra connoître la vîteffe commune des Corps après le choc, fi l'on fouftrait de la fomme des forces avant le choc, les forces qui fe perdent dans le choc, & que l'on divife le refte par la fomme des deux grandeurs, & qu'on tire du Quotient la racine quarrée, elle donnera alors la vîteffe commune.

Soit le Corps A deux fois plus grand ou plus pefant que le Corps B,

 qu'il

qu'ils soient portés l'un contre l'autre dans des directions opposées, A avec une vîtesse de 9 degrés, B avec une vîtesse de 2 degrés, alors, suivant le §. 460, les forces perduës seront $80\frac{2}{3}$, la somme des deux forces est 166, par consequent si l'on en soustrait $80\frac{2}{3}$, le reste des forces sera $85\frac{1}{3}$, que l'on doit diviser par les grandeurs des Corps A & B = 3, & alors le Quotient sera $28\frac{4}{9}$, dont la racine quarrée est 5, 295, qui est la vîtesse commune, & dans la même direction que le Corps A avoit avant le choc.

Mais si la vîtesse de A est à celle de B en raison inverse des masses, les deux Corps seront en repos après le choc, toutes les forces ayant été employées par le changement de leurs figures : car, que la vîtesse de A soit d'un degré, & celle de B de deux degrés, alors les forces perduës devront être 6 ; mais la somme des forces dans les deux Corps est 6, par consequent toutes les forces seront perduës.

§. 463. Monsieur s'Gravesande a donné des régles géométriques, pour prouver les propositions des §. 461, 462, & nous les joindrons ici à cause de leur beauté, afin que la Doctrine de la percussion en soit d'autant plus éclaircie. Que l'on suppose deux Corps, dont les grandeurs soient comme les deux lignes A B, & B C.

Pl. VIII. Fig. 8. On suppose que le Corps B C a la vîtesse B E, & le Corps A B la vîtesse B N. Si ces deux Corps sont portés l'un après l'autre dans le même chemin, leur vîtesse respective sera comme E N. Pour découvrir leur vîtesse commune après le choc, il faut former un parallélogramme rectangle, sur A B & B N, de même que sur E B & B C, & ayant joint ceux-ci en sorte que A B & B C fassent une ligne droite, on menera C F jusques en O, où il est coupé par la ligne M N prolongée, & alors on menera F E jusques en D. Si on tire donc de O jusqu'à D une diagonale dans le parallélogramme D M O F, B N sera coupé en I, & B I sera la vîtesse commune des deux Corps après le choc : & dans les deux triangles semblables INO, IDE, on aura IN, IE : : NO, ED : : BC, AB. Supposons un Vaisseau qui avance avec la vîtesse B I, & que l'on fasse courir sur le Tillac de la Prouë vers la Pouppe le Corps B C avec la vîtesse I E, alors la vîtesse absoluë de ce Corps sera B E, car il a la vîtesse I B par le mouvement du Vaisseau, mais par son mouvement contraire I E, il conserve seulement la vîtesse E B. Fait-on courir le Corps A B de la Pouppe vers la Proue avec la vîtesse IN, il aura alors la vîtesse absoluë BN à sçavoir celle du Vaisseau B I, & de plus sa propre vîtesse I N ; par consequent ces Corps ont les vîtesses, avec lesquelles nous concevions qu'ils s'avanceroient, avant que nous les missions sur le Vaisseau. Mais ces Corps sont portés sur le Vaisseau l'un contre l'autre avec les vîtesses I E, I N, qui sont en raison inverse de leurs masses, c'est-à-dire, comme B C à A B, par consequent ces Corps resteront après le choc dans un repos absolu sur le Vaisseau, & ils n'auront d'autre mouvement que celui de la vîtesse B I, qui est celle avec laquelle le Vaisseau avance. C'est pourquoi la vîtesse commune de ces Corps après le choc est B I.

Si on

Si on mene par le point I la ligne HL, paralléle à MO, les deux complémens MNIH, & ILEF feront égaux dans le parallélogramme DMOF. Qu'on tire donc du parallélogramme le complément MNIH, & qu'on joigne celui-ci, ou plûtôt fon égal ILEF, au parallélogramme EFBC, alors on aura le parallélogramme HLCA, qui étant divifé par le côté AC, donnera le côté AH = BI, qui repréfentoit la vîteffe commune des Corps. C'eft pourquoi on trouve ici une régle, pour découvrir la vîteffe commune des Corps après le choc; il faut joindre dans une fomme les produits de chaque maffe par fa vîteffe, & divifer cette fomme par la fomme des maffes des Corps qui s'atteignent réciproquement, & on aura la vîteffe commune des Corps après le choc.

Comme nous avons auffi démontré, que IN eft à IE, comme BC eft à AB, les changemens des vîteffes feront en raifon inverfe des maffes.

§. 464. Examinons le fecond cas, dans lequel les Corps font portés les uns contre les autres dans des directions contraires. Que le Corps, qui a la grandeur BC, s'avance avec la vîteffe EB, de E vers B, & que le Corps, qui a la grandeur AB, s'avance de N vers B avec la vîteffe NB; alors la vîteffe refpective avec laquelle ils fe choquent fera égale à NE. On doit décrire fur AB, NB, le rectangle ABMN, & fur BC, BE, le rectangle BEGC, en pofant AB, BC dans une ligne droite. Que l'on tire GC jufques en O, MA jufques en D, & MN jufques en O, de même que GE en D; alors la diagonale DO coupera NE en I, & IB fera la vîteffe commune des Corps après le choc dans la direction IB: on a ici deux triangles femblables INO, IDE, on a donc IN, IE :: NO, ED :: BC, AB. De cette maniere les changemens dans les vîteffes feront encore en raifon inverfe des maffes. Que l'on fe repréfente un Vaiffeau, qui avance avec la vîteffe BI, & que le Corps BC foit porté fur ce Vaiffeau de la Prouë vers la Pouppe avec la vîteffe IC, il aura alors la vîteffe abfoluë EB. Que le Corps AB foit porté fur ce même Vaiffeau de la Pouppe vers la Prouë avec la vîteffe NI, il aura alors par la vîteffe du Vaiffeau celle de NB. Mais parce que nous fuppofons, que ces Corps fe meuvent fur ce Vaiffeau avec des vîteffes, qui font en raifon inverfe de leurs maffes, il faut qu'ils reftent en repos après le choc, & qu'ils ne foient alors portés avec d'autre vîteffe qu'avec celle du Vaiffeau, laquelle eft BI, & par confequent elle eft la vîteffe commune des Corps. Pour trouver BI; fuppofons que du rectangle ABMN, lequel repréfente la grandeur du Corps AB multiplié par fa vîteffe, on ôte MNIH, auquel l'autre complément ILGE eft égal; en y ajoutant HIAB, on aura le Gnomon BAHILGEI, d'où en ôtant BCEG, qui repréfente le Corps BC multiplié par fa vîteffe EG, le reftant fera HLCA, lequel étant divifé par AB + BC, qui font les maffes des deux Corps, produira AH = BI. Pl. VIII. Fig. 9.

Les deux Corps feront portés après le choc dans la même direction, dans laquelle fe mouvoit le Corps, dont la grandeur multipliée par fa vîteffe donnoit le plus grand produit.

§. 465. Soient les deux Corps A & B, dont les maſſes ſoient en raiſon inverſe de leurs vîteſſes, la ſomme de leurs forces ſera la moindre avec laquelle il puiſſent être mus, conſervant la même vîteſſe reſpective avec laquelle ils étoient portés l'un contre l'autre.

Que l'on nomme, a, la vîteſſe du Corps A, & b celle de B, alors on poſe A B : : b a, partant A a eſt $=$ B b. La ſomme des forces de ces deux Corps eſt $Aaa + Bbb$.

En effet, ſi on conſerve cette vîteſſe reſpective, dans les Corps qui ſont portés les uns contre les autres, & qui eſt ici $a + b$, & qu'elle ſoit ſeulement un peu changée, en ſorte que dans le Corps A elle ſoit augmentée de la grandeur de, e, il faut alors que dans le Corp B elle ſoit diminuée de la grandeur de, e : elle eſt donc maintenant en A, $a + e$, & en B, $b - e$; & partant les forces en A ſont $Aaa + 2Aae + Aee$, & en B elles ſont $Bbb - 2Bbe. + Bee$. Puiſque A a eſt $=$ B b, $2Aae$ eſt auſſi $= 2Bbe$; par conſequent la ſomme des forces eſt maintenant $Aaa + Aee + Bbb + Bee$, laquelle eſt beaucoup plus grande qu'auparavant.

§. 466. Il n'eſt pas hors de propos de faire ici attention à ce qui a été dit au §. 460, ſçavoir, que les Corps recoivent le même changement de figure, lorſqu'ils ſe choquent avec la même vîteſſe reſpective, quoiqu'ils ſoient doués de forces abſoluës inégales : car lorſque les deux maſſes A & B, qui ſont égales, ſe frappent réciproquement, chacune avec une vîteſſe de 5 degrés, elles n'ont l'une & l'autre que 25 forces : mais lorſque B avance avec 5 degrés de vîteſſe, & que A le ſuit par derriere avec 15 degrés de vîteſſe, alors A, a 225 forces, & cependant A ne fait ſur B d'autre changement de figure dans ce dernier cas, que celui qu'il avoit produit dans le premier. On pourra par conſequent demander avec raiſon, ſi 225 forces agiſſent de la même maniere que 50 forces? Point du tout. Dans le premier cas, lorſque les deux Corps ſont portés directement l'un contre l'autre, ils agiſſent l'un ſur l'autre avec toutes leurs forces, c'eſt-à-dire, avec 50 forces ; mais, dans le ſecond cas, ils n'agiſſent pas l'un ſur l'autre avec toutes leurs forces. En effet, en tant que B s'avance avec 5 degrés de vîteſſe, le Corps A qui ſuit ne peut agir ſur B avec toutes ſes forces, mais ſeulement avec la différence de ſes forces, qui ſont 200 ; de ſorte que ſi il n'arrivoit aucun changement de figure, & que de cette maniere il ne ſe perdît point de forces, alors B en recevroit la moitié, c'eſt-à-dire, 100 forces, & de cette maniere il auroit en tout 125 forces, de même que A; mais la vîteſſe reſpective de A étant de 10 degrés, fait que A produit un changement dans la figure de B, comme lorſqu'un Corps qui a 10 degrés de vîteſſe choque un autre Corps qui eſt en repos, c'eſt-à-dire, qu'il change ſa figure, d'où il arrive qu'il perd 50 forces, & que le reſte eſt partagé en commun avec l'autre Corps ; de ſorte que A ayant alors 150 forces de celles qui reſtent, la moitié qui eſt 75, eſt partagée avec B ; partant B aura en tout $75 + 25 = 100$ forces, de même que A, & de cette maniere il faut qu'ils ſe meuvent l'un & l'autre avec une vîteſſe de 10 degrés.

§. 467.

§. 467. Il y a dans la Doctrine de la percuſſion des choſes qui étonnent & qui ſurprennent, au nombre deſquelles on doit auſſi mettre ce que j'ai rapporté au §.461, que deux Corps de maſſes inégales étant portés l'un contre l'autre avec une vîteſſe, qui eſt en raiſon inverſe de la maſſe, employent toutes leurs forces dans le changement de figure, & reſtent en repos après le choc, tandis que de ſemblables Corps agiſſent les uns ſur les autres avec des forces inégales. Car ſuppoſons que A peſe 1 ℔, & que B peſe 2 ℔; que la vîteſſe de A ſoit *deux*, & que celle de B ſoit *un*, alors les forces de A ſeront 4, & celles de B 2; cependant ces Corps, avec cette vîteſſe & ces forces inégales, ſe choquant réciproquement, reſtent l'un & l'autre en repos, comme ſi ils euſſent eu les mêmes forces, & qu'ils euſſent agi l'un ſur l'autre avec elles. Mais il faut que la choſe ſe paſſe de la ſorte; car parce que B eſt deux fois plus peſant que A, B a deux fois autant de force d'Inertie que A, par conſequent il faut qu'il y ait en A deux fois autant de force de mouvement, pour ſurmonter cette force d'Inertie qui eſt en B; ſi donc les forces du mouvement qui ſe trouvent en A, ſont à celles de B, comme les forces d'Inertie en B ſont à celles de A, il faut que ces deux Corps reſtent en repos après le choc.

§. 468. On peut encore prouver ce paradoxe d'une autre maniere, comme l'a fait le très-célébre Monſieur s'Graveſande. Suppoſons deux Corps, qui ſoient portés directement l'un contre l'autre, ils perdent leurs forces lorqu'ils s'applattiſſent réciproquement, ou bien lorſque l'un d'entr'eux pénétre dans l'autre juſqu'à une certaine profondeur. C'eſt pourquoi après que ces Corps ont commencé à ſe toucher mutuellement, ils continuent encore à parcourir un petit eſpace, pendant lequel ils ont perdu leurs forces en écartant & en repouſſant de côté les parties. Ces Corps ont leur plus grande vîteſſe dans le commencement de leur attouchement, c'eſt pourquoi ils mettent en mouvement avec la plus grande vîteſſe les parties qu'ils repouſſent de côté, & qui leur font la plus grande réſiſtance; mais avançant dans la ſuite avec moins de vîteſſe, ils écartent auſſi les parties avec moins de vîteſſe, & la réſiſtance qui leur eſt faite eſt en même temps moins grande. Suppoſons que tout l'eſpace de l'enfoncement qui ſe fait réciproquement ſoit diviſé en parties infiniment petites, il faudra alors que la réſiſtance des petites parties, qui s'écartent & ſe jettent de côté, puiſſe etre poſée comme égale tandis que le Corps parcourt une ſemblable petite ligne. De même auſſi lorſque le Corps repouſſe de côté les petites parties, il ſouffre une réſiſtance proportionnelle au nombre des particules qui ont été écartées, & à l'eſpace qu'elles parcourent. Lors donc que deux Corps ſont portés l'un contre l'autre, ils parcourent l'un & l'autre l'eſpace de leur affaiſſement, mais chacun en parcourt cette petite portion, qui eſt proportionnelle à ſa vîteſſe. Or la réſiſtance des petites parties qui ſe meuvent de côté, eſt comme la vîteſſe avec laquelle elles ſont miſes en mouvement, puiſqu'elle eſt comme des obſtacles qui ſe meuvent avec des vîteſſes inégales, & qui

& qui demandent des actions qui soient comme leurs vîtesses, suivant le §. 152. C'est pourquoi la diminution des forces dans les Corps, qui sont en mouvement, sera à chaque instant du temps, comme la vîtesse avec laquelle ils se meuvent : cela doit durer jusqu'à ce que l'un ou l'autre de ces Corps, ou tous les deux ayent perdu toutes leurs forces. Lors donc que deux Corps sont portés directement l'un contre l'autre, & que leurs vîtesses sont en raison inverse de leurs masses, leurs forces seront en raison inverse de leurs masses, c'est-à-dire, comme les vîtesses, ainsi que cela paroît par le §. 183.

Après donc que les Corps se seront touchés mutuellement dans le premier instant, la diminution de leurs forces sera comme leurs vîtesses, ou même comme sont leurs forces : c'est pourquoi les forces qui restent seront en même raison que les forces étoient auparavant ; c'est-à-dire, qu'elles seront encore comme leurs vîtesses. Comme la même chose arrive dans tous les autres instans suivans, & que la diminution des forces est toujours comme les forces qui restent, celles-ci seront consumées dans le même temps ; c'est pourquoi les deux Corps se trouveront en repos dans le même instant du temps. Nous allons prouver cela par trois exemples, que nous confirmerons par des expériences.

1°. Nous prenons un cilindre solide, qui pese 4 onces, & qui se termine en cone, comme il est représenté à la Pl. 1. fig. 23. On en prend en même temps un autre de la même pesanteur, creux, & rempli de terre glaise mollasse. Si on les fait choquer l'un contre l'autre, chacun avec une vîtesse de 5 degrés, ils resteront tous deux en repos après le choc, & le plus petit recevra une cavité faite en forme de cone.

2°. On prend un autre cilindre solide, qui se termine de la même maniere en cone, & qui est de la pesanteur de deux onces ; on en prend encore un autre, creux, rempli de la même terre glaise, & pesant aussi deux onces : ces deux cilindres venant se choquer, chacun avec une vîtesse de 10 degrés, restent tous deux en repos après le choc, & la terre glaise reçoit une cavité de figure conique.

3°. On prend le cilindre solide, qui pese 4 onces, & un autre cilindre creux, rempli de terre glaise, & pesant 2 onces : on donne à ce dernier 10 degrés de vîtesse, & au premier 5 degrés ; après le choc réciproque, ils restent l'un & l'autre en repos, & la terre glaise reçoit une cavité de figure conique.

Dans ces trois cas toutes les forces se perdent par l'impression que reçoit la terre glaise, ou par la cavité qui s'y forme : les forces des Corps dans les deux premieres expériences étoient égales entr'elles, mais elles étoient inégales dans la troisiéme expérience, & cependant ces derniers Corps ne laissoient pas de rester en repos comme les précédens : nous en avons déja exposé la raison ; mais il y a encore quelqu'autre chose de caché dans ces expériences. J'ai bien dit, que ces Corps qui se choquent forment des cavités dans la terre glaise, voyons un peu de quelle grandeur se trouvent ces cavités. Puisque toutes les forces des Corps en mouvement

vement se sont perdues dans la formation de ces cavités, nous pourrons supputer par leurs grandeurs, quelles ont été les grandeurs des forces. Ainsi, en mesurant les grandeurs de ces cavités, nous trouvons qu'elles sont comme 2, 4, 3, suivant l'ordre des trois expériences. Mais qu'elles ont été, suivant notre calcul, les forces des Corps, qui se sont choqués ? Dans la premiere expérience, les pesanteurs des cilindres sont de 4 onces, & leur vîtesse de 5 degrés : si on prend donc le quarré de la vîtesse, on aura 25, qui étant multipliés par 4 produisent 100. Par consequent chaque Corps a 100 forces ; de sorte qu'il y a eu dans les deux Corps 200 forces, qui ont été employées pour la formation de la cavité. Dans la seconde expérience les cilindres étoient de la pesanteur de 2 onces, & avoient une vîtesse de 10 degrés ; si donc on prend le quarré de 10, c'est-à-dire 100, & qu'on le multiplie par la pesanteur de 2 onces, on aura 200, ce qui fait les forces qui se trouvent dans chaque cilindre ; & par consequent la somme des forces est de 400 dans les deux cilindres.

Dans la troisiéme expérience un des cilindres est de la pesanteur de 4 onces, & a une vîtesse de 5 degrés, dont le quarré est 25, qui étant multiplié par 4, produit 100, qui sont les forces de ce cilindre ; mais l'autre cilindre pese 2 onces, & reçoit une vîtesse de 10 degrés, dont le quarré est 100, lequel étant multiplié par 2, donne 200, qui sont les forces de ce cilindre ; de sorte que la somme des forces de ces deux cilindres est de 300. Nous trouvons donc de cette maniere, que les grandeurs des cavités sont dans ces trois expériences, comme 2, 4, 3, & que les forces sont, suivant notre calcul, comme 200, 400, 300, d'où nous pouvons par consequent conclure encore, que notre calcul des forces est juste. Si l'on veut bien se donner la peine d'éxaminer, de quelle maniere les autres Philosophes supputent les forces, on pourra voir clairement par ces expériences la cause de leur erreur. Ils veulent, pour trouver les forces des Corps, que l'on multiplie la pesanteur par la vîtesse ; mais faisons un peu la même chose, & voyons de quelle maniere nous trouverons les forces suivant leur maniere de compter. Nous devons donc dans la premiere expérience multiplier la pesanteur de 4 onces par 5 vîtesses, lesquelles font 20, ce qui produit pour les deux Corps la somme de 40 forces. Dans la seconde expérience on multiplie la pesanteur de 2 onces par 10 vîtesses, ce qui fait 20, & produit pour les deux Corps la somme de 40 forces. Dans la troisiéme expérience il faut multiplier la pesanteur de 4 onces par 5 vîtesses, ce qui produit 20, & la pesanteur de 2 onces par 10 vîtesses, ce qui fait 20, de sorte que la somme de ces deux forces est 40. Toutes les forces dans ces trois expériences sont par consequent égales : ne faut-il donc pas que les cavités dans la terre glaise soient aussi égales ? Des forces égales ne produiront-elles pas un même effet ? Il semble que cela doit arriver naturellement, cependant il n'en est rien, car les cavités sont comme 2, 4, 3 ; d'où il suit par consequent assez clairement, que l'on a d'abord mal calculé les forces

des Corps en mouvement, en multipliant seulement leur vîtesse par la pesanteur, au-lieu qu'on auroit dû avoir pris les quarrés des vîtesses, & les multiplier par la pesanteur.

Nous allons examiner à présent le choc des Corps élastiques, lesquels nous supposerons comme parfaitement élastiques, quoiqu'ils ne soient pourtant pas tels, mais il ne nous est guére possible de pouvoir donner d'autres Régles : plus les Corps approchent de la perfection, plus le choc s'accordera avec les Régles.

§. 469. Si deux Corps élastiques se choquent réciproquement, leur figure se change aussi, puisque leurs parties cédent & rentrent en-dedans, mais leur figure se rétablit à l'aide de la force élastique, parce que les parties se débandent en-dehors avec la même force qu'elles avoient été pressées en-dedans. C'est pourquoi, quant à ce qui concerne l'intropression des parties & la perte des forces qu'elle cause, la même chose arrive dans les Corps élastiques comme dans les Corps mous, avec cette seule différence, que les Corps mous conservent la figure qu'ils ont une fois reçuë, & que les forces se perdent en effet dans le changement de cette figure, au-lieu que les Corps élastiques retablissent leur figure, & produisent de nouveau, en se rétablissant, les mêmes forces qui avoient été perdues par l'impression des parties, de-sorte qu'il ne se dissipe aucune force par le choc dans les Corps élastiques. De plus, lorsque les parties qui ont été comprimées en-dedans viennent à se rétablir, elles se jettent en-dehors avec une direction directement opposée à celle avec laquelle elles avoient été comprimées : ainsi lorsqu'elles sont comprimées à gauche, elles se débandent vers le côté droit ; par conséquent les forces qui se perdent dans les Corps mous, se rétablissent dans les Corps élastiques avec une direction qui agit à l'opposite

§. 470. Si on a deux Corps égaux & élastiques, comme A & B, qui soient portés l'un contre l'autre avec une égale vîtesse, ils se sépareront après le choc avec une égale vîtesse, & ils retourneront dans le même chemin, dans lequel ils s'étoient rencontrés. En effet, si ils eussent été deux Corps mous, ils auroient perdu toutes leurs forces par le changement de leur figure, & ils seroient restés en repos après le choc, suivant le §. 459 ; mais les parties applaties se jettent en dehors, par la force élastique, & poussent le Corps A contre le Corps B avec la même force avec laquelle il avoit été changé : B rétablit sa figure contre A avec la même force avec laquelle il avoit aussi été changé. Les changemens sont égaux dans les deux Corps, parce que leurs grandeurs & leurs vîtesses sont égales ; par conséquent il faut que A & B retournent avec les mêmes forces & les mêmes vîtesses avec lesquelles ils se sont frappés ; & comme le choc est direct, il faut qu'ils retournent dans le même chemin.

§. 471. Si le Corps élastique A est porté contre le Corps B, de même grandeur, aussi élastique, & qui est en repos, le Corps A restera en repos après le choc, & B avancera avec la vîtesse que A avoit auparavant.

Que l'on se représente ces deux Corps sur un Vaisseau, qui avance avec une

une vîteſſe de 5 degrés ; que A coure de la poupe vers la prouë avec une vîteſſe de 5 degrés, alors la vîteſſe abſoluë de A ſera de 10 degrés: Que B s'avance de la prouë du Vaiſſeau vers la pouppe avec une vîteſſe de 5 degrés, alors B ſe trouve dans un repos abſolu ; mais A & B ſe rencontrent l'un & l'autre ſur le Vaiſſeau, chacun d'eux ayant une vîteſſe de 5 degrés, c'eſt pour quoi, ſuivant le §. 470, ils doivent retourner en arriere, chacun dans le chemin qu'il avoit pris auparavant, avec une vîteſſe de 5 degrés; & de cette maniere A en rebrouſſant chemin vers la pouppe du Vaiſſeau avec une vîteſſe de 5 degrés, ſera porté par le Vaiſſeau vers la prouë avec une vîteſſe de 5 degrés, ainſi il ſe trouvera dans un repos abſolu. Mais B rebrouſſant chemin vers la prouë avec une vîteſſe de 5 degrés, & étant en même temps porté en avant par le Vaiſſeau avec une vîteſſe de 5 degrés, reçoit un mouvement réel de 10 degrés ; c'eſt pourquoi B ſera porté avec la même vîteſſe que A avoit auparavant, & A reſtera en repos.

§. 472. Si A & B ſe choquent dans des directions oppoſées, & avec des vîteſſes inégales, ils ſe ſepareront après le choc, en faiſant un échange de vîteſſe.

Que la vîteſſe de A ſoit de 8 degrés, & celle de B de 4 degrés : qu'on ſe repréſente un Vaiſſeau s'avançant avec une vîteſſe de 2. degrés. Lorſque A s'avance de la pouppe du Vaiſſeau vers la prouë avec une vîteſſe de 6 degrés, alors A ſe meut réellement avec une vîteſſe abſoluë de 8 degrés : Lorſque B s'avance de la prouë vers la pouppe, avec une vîteſſe de 6 degrés, B eſt alors porté avec une vîteſſe abſoluë de 4 degrés : Or ces deux Corps, qui ſe rencontrent l'un l'autre ſur le Vaiſſeau avec des vîteſſes égales reſpectives, doivent après le choc rebrouſſer chemin avec les mêmes vîteſſes, avec leſquelles ils ſe ſont heurté ; par conſequent A retournera ſur ſes pas avec une vîteſſe de 6 degrés, & ſuivant le cours du Vaiſſeau, mais il aura une vîteſſe abſoluë de 4 degrés ; quant à B, retournant en arriere avec une vîteſſe de 6 degrés, il aura par le cours du Vaiſſeau une vîteſſe de 8 degrés, d'où il paroit qu'ils ſe ſéparent en faiſant un éhange de vîteſſe.

Ceux qui ne ſont pas encore fort verſés dans cette Science pourroient quelquefois rencontrer quelque difficulté dans les cas qu'ils pourroient ſe propoſer touchant ce choc des Corps, ne ſçachant pas quelle vîteſſe on devroit alors donner au Vaiſſeau, c'eſt pourquoi voici de quelle maniere on pourra la trouver. Que l'on donne le nom de, a, à la vîteſſe abſoluë du Corps A ; que le Corps B ſoit porté contre lui avec la vîteſſe, b ; que la vîteſſe du Vaiſſeau ſoit, x ; & que la vîteſſe, avec laquelle les Corps doivent être portés les uns contre les autres ſur le Vaiſſeau, ſoit, y ; par conſequent on aura $x + y = a$, & $y = b + x$, c'eſt pourquoi on aura $a - x = b + x$, & $\frac{a-b}{2} = x$; de ſorte que la vîteſſe du Vaiſſeau doit être égale à la différence de la moitié de la vîteſſe de A & B dans ce

 cas :

cas : mais dans le cas suivant, lorsque les deux Corps se suivent l'un l'autre, il faut que la vîtesse du Vaisseau soit, $\frac{a+b}{2} = x$, de même qu'elle doit être aussi pour le §. 470.

§. 473. Si A est porté dans le même chemin avec B, mais avec plus de vîtesse, & qu'il atteigne le Corps B, qui se meut plus lentement, ils seront portés l'un & l'autre après le choc dans la même direction, en faisant un échange de vîtesse.

Que A soit mu avec une vîtesse de 8 degrés, & que B soit porté devant lui dans le même chemin, mais plus lentement, avec une vîtesse de 4 degrés : qu'on se les représente l'un & l'autre sur un Vaisseau, avançant avec une vîtesse de 6 degrés. Lorsque A est jetté de la pouppe vers la prouë avec une vîtesse de 2 degrés, il se meut réellement avec une vîtesse de 8 degrés ; lorsque B est jetté de la prouë vers la pouppe avec une vîtesse de 2 degrés, il est réellement poussé par la vîtesse du Vaisseau dans le même chemin avec une vîtesse de 4 degrés : Mais ces deux Corps, étant portés l'un contre l'autre, rebroussent chemin après le choc avec la même vîtesse, avec laquelle ils tomboient l'un sur l'autre en se choquant ; de sorte que A retournant avec une vîtesse de 2 degrés, continuë de s'avancer par le mouvement du Vaisseau avec une vîtesse de 4 degrés, & B rebroussant chemin avec une vîtesse de 2 degrés, s'avance par le mouvement du Vaisseau avec une vîtesse de 8 degrés, de sorte qu'ils continuent effectivement tous deux après le choc d'avancer dans le même chemin, mais après avoir fait un échange de vîtesse.

§. 474. Lorsque divers Corps élastiques & de même grandeur, sont contigus & en repos, si un de ces Corps situé à une des extrêmités est poussé contre celui qui lui est contigu, alors celui qui se trouve à l'autre bout, sera mu avec la même vîtesse, avec laquelle le premier Corps frappoit celui qui lui étoit contigu ; mais tous les autres Corps qui sont situés dans le milieu, quel que puisse être leur nombre, resteront en repos, comme s'ils n'eussent reçu aucun mouvement, & comme si le Corps qui occupe une des extrêmités eût seulement poussé celui qui se trouve à l'autre bout.

Cela arrive de la sorte, parce que chaque Corps étant mu par l'action de celui qui est contigu, les parties élastiques agissent avec tant de vîtesse, qu'elles se remettent d'abord dans l'état où elles étoient, avant que l'action puisse être communiquée au Corps suivant.

§. 475. On a formé sur les raisonnemens précédens touchant l'Elasticité, deux Régles générales, par lesquelles on peut connoître d'abord, lorsque deux Corps élastiques, soit qu'ils soient égaux ou inégaux, se choquent reciproquement, avec quelle vîtesse ils se sépareront après le choc. Je joindrai ici ces deux Régles pour plus grande commodité.

PREMIERE REGLE. *Lorsqu'on se représente d'abord comme mollasses les Corps qui se choquent, & que la vîtesse est augmentée par le choc, il faut*

faut alors doubler l'augmentation de la vîteſſe dans les Corps que l'on conçoit comme élaſtiques, & ajoûter enſuite cette augmentation à la premiere, ce qui ſera la vîteſſe des Corps après le choc.

§. 476. SECONDE REGLE. *Lorſqu'on conçoit d'abord les Corps comme mollaſſes, on doit examiner, quel eſt le Corps qui perd de ſa vîteſſe: alors en concevant les Corps comme élaſtiques, on doit doubler la perte de la vîteſſe dans le même Corps, & l'ôter de la vîteſſe qui lui reſte: le reſte ſera la vîteſſe avec laquelle le Corps ſe mouvra après le choc.*

§. 477. On doit remarquer au ſujet de cette ſeconde Régle, que lorſqu'un Corps rebrouſſe chemin, non ſeulement il perd la vîteſſe qu'il avoit auparavant, mais qu'on doit auſſi tenir pour perduë la vîteſſe qu'il reçoit vers le côté d'où il étoit venu auparavant. Dans ce cas il faut doubler la ſomme de ces deux vîteſſes, & l'ôter de la premiere vîteſſe. Lorſqu'on doit ôter une plus grande ſomme d'une plus petite, ou aura *minus*, ce qui marque une vîteſſe vers l'autre côté.

Nous éclaircirons ceci par quelques exemples, autrement ces Régles ſeroient trop obſcures pour les Diſciples.

§. 478. Lorſque le Corps élaſtique A, qui peſe 2 onces, eſt porté avec une vîteſſe de 9 degrés contre le Corps B, qui peſe 1 once & qui ſe trouve en repos, B eſt mu après le choc avec 12 degrés de vîteſſe, & A avec 3. degrés. Voici comment il faut compter. Toutes les forces de A ſont $49 \times 9 \times 2 = 162$. Les forces, qui ont été perduës dans le choc des Corps mous, ſont $\frac{ABdd}{A+B} = \frac{2 \times 1 \times 9 \times 9}{2+1} = 54$. Ces forces, ôtées de la ſomme entiere des forces, ſont $162 - 54 = 108$. Ces forces, qui reſtent, doivent être diviſées par A & B, faiſant enſemble 3 onces, c'eſt pourquoi il faut diviſer 108 par 3, dont le Quotient eſt 36, qui fait les forces du Corps, égal à un, dont la vîteſſe eſt par conſéquent $\sqrt{36} = 6$; de ſorte que le Corps B, étant conçu comme mollaſſe, reçoit une vîteſſe de 6 degrés: ſuivant la premiere Régle, il faut doubler cette vîteſſe dans les Corps élaſtiques, partant la vîteſſe de B ſera de 12 degrés, puiſque la vîteſſe de A étoit auparavant de 9 degrés, & qu'elle eſt à préſent de 6, degrés, la perte de la vîteſſe eſt de 3 degrés: il faut auſſi doubler cette perte, & par-là la vîteſſe de A reſtera ſeulement de 3 degrés, comme nous l'avons dit.

§. 479. Suppoſons que le même Corps A de deux onces ſoit porté avec une vîteſſe de huit degrés contre le Corps B d'une once, qui court devant lui, mais plus lentement n'ayant que 5 degrés de vîteſſe, après le choc le Corps B ſera mu avec 9 degrés de vîteſſe, & A avec 6. Car parce que la vîteſſe reſpective avec laquelle les Corps ſont portés les uns après les autres, ſe trouve ici de 3 degrés, la force perduë dans les Corps mous eſt égale à 6, la ſomme des forces eſt $128 + 25 = 153$, & ſi l'on en ôte 6, il reſtera 147. ces forces, diviſées par 3 Corps, il en revient 49, dont la racine eſt 7, qui eſt la vîteſſe commune. Mais B avoit auparavant 5 degrés de vîteſſe, maintenant il en reçoit encore 2,

 c'eſt

c'eſt pourquoi, ſuivant la premiere régle, cette augmentation de vîteſſe doit être doublée, & par conſequent il aura 9 degrés de vîteſſe. A avoit auparavant 8 degrés de vîteſſe, mais comme il n'en a maintenant que 7, il en a perdu un degré, qui doit être auſſi doublé, & après avoir été ôté, le Corps A aura alors 6 degrés de vîteſſe.

§. 480. Que le Corps B, qui peſe une once, ſoit porté avec une vîteſſe de 12 degrés contre le Corps C, qui peſe trois onces & qui eſt ſans mouvement, après le choc C ſera mu avec 6 degrés de vîteſſe, & B rebrouſſera chemin avec 6 degrés de vîteſſe : car il faut, que lorſque B a frappé C, il ſe ſoit perdu 108 forces, qui étant ôtées de toutes les forces, c'eſt-à-dire de 144, il en reſtera 36, qui doivent être diviſées par 4 Corps, chacun d'une once, & par conſequent il reſtera 9 forces pour chaque Corps, d'où la racine étant tirée donne 3, qui eſt la vîteſſe commune. Le Corps C reçoit par conſequent 3 vîteſſes, leſquelles doivent être doublées ſuivant la premiere régle, partant C reçoit 6 vîteſſes, avec leſquelles il ſe mouvra après le choc. Mais A a perdu 9 vîteſſes, qui doivent être auſſi doublées, ce qui produit 18 vîteſſes, qui étant ôtées de 12, font *moins* 6 ; de ſorte que le Corps B doit retourner en arriere avec 6 degrés de vîteſſe. Il paroît aſſez par ces exemples, comment on devra ſupputer tous le cas des Corps qui ſe choquent.

§. 481. Lorſqu'on éxamine le choc des Corps élaſtiques, on remarque pluſieurs cas, dans leſquels on peut voir clairement l'abſurdité de l'ancien calcul des forces, & d'où il ſuit par conſequent, que la nouvelle ſupputation doit avoir lieu ; ſçavoir, que les forces des Corps qui ſe meuvent, ſont comme les quarrés de leurs vîteſſes. En effet, ſuppoſons que A, dont la maſſe eſt *un* & qui a 12 degrés de vîteſſe, choque le Corps B, dont la maſſe eſt *deux* & la vîteſſe de 3 degrés, alors ſuivant l'ancien & le nouveau calcul, le Corps A rebrouſſera chemin après le choc avec huit degrés de vîteſſe, & B retournera en arriere avec 7 degrés de vîteſſe. Cela n'eſt point du tout conteſté. Mais quelle eſt la ſomme des forces avant le choc, ſuivant l'ancienne ſupputation, & comment ſeront-elles après le choc ? Elle ſont en $A = 1 \times 12$, en $B = 2 \times 3 = 6$, par conſequent les forces ſont avant le choc $= 18$; mais après le choc elles ſont en $A = 1 \times 8$, en $B = 2 \times 7 = 14$, & par conſequent la ſomme eſt $= 22$. Pourquoi les forces ſont-elles ici plus grandes après le choc, qu'avant le choc ? Cela eſt abſolument impoſſible, car la réaction de la force élaſtique eſt préciſément égale à l'action de la cauſe qui comprime, c'eſt pourquoi les parties applaties par le choc ſe débandent avec une force égale à celle du choc. Voyons un peu ſi la même abſurdité ſe rencontreroit auſſi dans le nouveau calcul ? Les forces en A ſont $= 1 \times 12 \times 12 = 144$, en $B = 2 \times 3 \times 3 = 18$, la ſomme eſt $= 162$ avant le choc ; & après le choc elles ſont en $A = 1 \times 8 \times 8 = 64$, & en $B = 2 \times 7 \times 7 = 98$. Dans ces deux cas la ſomme eſt $= 162$, c'eſt-à-dire, les forces ſont les mêmes avant & après le choc, comme elles doivent être en effet.

Pour

Pour confirmer encore cela par un autre exemple : ſoient les deux Corps A & B, qui courent dans le même chemin, mais que A ait une vîteſſe de 11 degrés, & que B ſoit deux fois plus peſant & ait une vîteſſe de 2 degrés, alors après le choc B continuera à ſe mouvoir avec une vîteſſe de 8 degrés, & A rebrouſſera chemin avec la vîteſſe de 1 degré. Suivant l'ancien calcul, les forces devront être dans les deux Corps avant le choc $= 15$, & après le choc $= 17$, c'eſt pourquoi il y auroit encore ſans raiſon une augmentation de forces ; mais ſuivant notre nouvelle ſupputation, les forces ſeroient en A avant le choc $= 121$, & en $B = 8$, cette ſomme étant $= 129$; & après le choc la force en A eſt $= 1 \times 1 \times 1$, & en $B = 2 \times 8 \times 8. = 128$; de ſorte que dans les deux cas la ſomme eſt $= 129$, & demeure la même avant & après le choc comme auparavant. Il paroît donc encore par-là, qu'il n'y a que le nouveau calcul qui puiſſe avoir lieu.

Que le Corps élaſtique A, dont la maſſe eſt *un*, ſoit porté avec la vîteſſe de 80 degrés contre un autre Corps élaſtique B, dont la maſſe eſt *trois* & qui eſt en repos, on trouvera alors ſuivant l'ancien & le nouveau calcul, que le Corps A rebrouſſera chemin avec 40 degrés de vîteſſe, & que le Corps $B = 3$ continuera d'avancer avec 40 degrés. Que ce même Corps B ſoit maintenant porté contre un autre Corps mollaſſe C, dont la maſſe eſt *neuf*, & qui eſt en repos, il arrivera alors qu'ils s'avanceront tous deux après le choc avec 10 degrés de vîteſſe ; mais ſi le Corps A eût été porté avec la même vîteſſe de 80 degrés contre le Corps mollaſſe C, ils auroient ſeulement continué l'un & l'autre à ſe mouvoir avec 8 degrés de vîteſſe, & de cette maniere la force ſeroit dans le premier cas, ſuivant l'ancien calcul, $\overline{3 + 9} \times 10 = 120$, ſans compter encore la force de 40, avec laquelle le Corps A retourne en arriere : & dans le dernier cas la force ſeroit ſeulement $\overline{1 + 9} \times 8 = 80$, ce qui eſt abſurde. Mais, ſuivant le nouveau calcul, tout s'accorde parfaitement bien, la force avant & après le choc reſte égale, ſi ce n'eſt que l'on compte la force qui ſe perd dans la ſéparation des parties du Corps mollaſſe : car le Corps A, a avant le choc la force de $1 \times 80 \times 80 = 1400$, & après le choc elle eſt de $1 \times 40 \times 40 = 1600$. La peſanteur des deux autres Corps eſt $\overline{3 + 9} \times 10 \times 10 = 1200$: les forces perduës dans le Corps mollaſſe par la ſéparation des parties ſont $= 3600$; ce qui étant joint enſemble produit la ſomme $= 6400$, comme étoient les forces avant le choc.

§. 482. Après avoir éxaminé juſqu'à préſent le choc direct, diſons auſſi un mot de ce qui concerne le choc oblique : il faudra pour cet effet rappeller en ſa mémoire ce que nous avons expoſé ci-deſſus touchant le mouvement composé.

Si deux Corps mollaſſes ſont portés l'un contre l'autre obliquement, on peut déterminer le chemin & la vîteſſe avec leſquels ils ſe choquent directement, de même que le chemin & la vîteſſe qu'ils devront avoir

après

après le choc. La premiere chose que l'on doit faire, c'est de résoudre les directions des deux Corps en deux autres directions, dont deux soient directement opposées l'une à l'autre, & les deux autres paralléles entr'elles. En tant que les deux Corps sont portés directement l'un contre l'autre, ils agissent l'un contre l'autre de la même maniere que nous l'avons vu ci-dessus en parlant du choc direct, mais il faut que dans la suite nous y ajoutions les directions paralléles.

Pl. VII. Fig 16. Que le Corps A soit porté dans la direction & avec la vîtesse A O, & que B soit porté dans la direction & avec la vîtesse B O. On peut changer A O en A C & C O, & on peut résoudre B O en B D, paralléle à A C, & en D O contraire à C O. En tant que les Corps A & B sont portés dans les lignes paralléles A C & B D, ils n'agissent pas l'un sur l'autre, mais en tant qu'ils se meuvent dans les directions opposées C O, D O, ils agissent comme les Corps dont nous avons fait mention ci-dessus en traitant du choc direct. Si, par consequent, ils n'eussent été portés que dans les directions C O, D O, ils auroient été portés ensemble après le choc avec une vîtesse commune, que je supposerai être O K; mais le Corps A se meut avec le mouvement A C, qui reste toujours le même, c'est pourquoi il faut tirer O H, paralléle & égal à A C; par consequent il faut que le Corps A soit porté dans la diagonale du parallélogramme, dont les deux côtés sont O K, O H; c'est-à-dire, il faut qu'il se meuve en O G. Le Corps B est aussi porté avec le mouvement B D, qui n'a souffert aucun changement, c'est pourquoi il faut qu'il continuë de se mouvoir avec les deux mouvemens O K, & O E, égal & paralléle à B D; de sorte qu'il devra être porté dans la diagonale du parallélogramme, dont les côtés sont O E, O K, c'est-à-dire, en O F; ainsi après le choc les espaces & les vîtesses des Corps A & B seront O G, O F.

Pl. VII. Fig. 17. §. 483. Si le Corps élastique A est porté obliquement dans le chemin A B contre l'obstacle élastique C B D, il faut que son mouvement A E se change en celui de A E, paralléle à la surface de l'obstacle, & en A C ou E B, perpendiculaire à C B. La percussion se fait, en tant que A est porté perpendiculairement par E B sur l'obstacle. Comme ces Corps sont élastiques, le mobile se réfléchit avec la même vîtesse avec laquelle il étoit tombé sur l'obstacle, & retourne par le même chemin qu'il avoit pris: c'est pourquoi ce Corps reprend le même chemin B E, mais son mouvement A E ne se change pas, & fait en continuant, que le mobile est porté dans les directions B E, & E F; E F étant égal à A E; & partant il doit être porté dans la diagonale du parallélogramme, dont les deux côtés sont B E & E F, c'est-à-dire, dans le chemin B F.

§. 484. L'angle A B E est connu sous le nom d'*Angle d'Incidence*, & on donne à l'angle E B F le nom d'*Angle de Réfraction* ou *de Réflexion*. Ces deux angles sont égaux. Comme dans les deux triangles A E B, E B F, les côtés A E & E B sont égaux à F E, & E B, & que l'angle A E B = F E B, pour cette raison les deux triangles sont égaux, & l'angle A B E est égal à E B F.

§. 485.

§. 485. La grandeur du choc oblique des deux Corps élastiques, de même que leur chemin & leur vîtesse après le choc, peuvent être déterminés de la même maniere que nous l'avons dit au §. 482. en traitant des Corps mollasses.

Que le mobile P soit porté dans la direction & avec la vîtesse P A ; mais que Q soit porté dans la direction & avec la vîtesse Q A. Il faut résoudre le mouvement P A en deux mouvemens P B & B A. Il faut aussi résoudre le mouvement Q A en deux mouvemens Q C, C A, dont Q C soit paralléle à P B, & C A directement opposé à B A ; alors la grandeur de la percussion sera, en tant que le Corps P est porté avec la vîtesse B A, & Q avec la vîtesse C A. Mais si les Corps P & Q sont égaux, ils sont portés après le choc en faisant échange des vîtesses suivant le §. 472. & si ils ne sont pas égaux, il faut chercher leurs vîtesses suivant les régles que nous avons données aux §§. 475, 476. Nous poserons ici les Corps P & Q égaux ; de sorte qu'après le choc le Corps P devra se refléchir avec la vîtesse C A, dans la direction A B, qu'on prenne A D = A C ; & Q devra se refléchir avec la vîtesse A F = A B dans la direction A C. Mais les Corps P & Q ont encore leurs vîtesses paralléles, avec lesquelles ils n'ont pas agi l'un sur l'autre, & avec lesquelles ils doivent par consequent continuer de se mouvoir. Que l'on tire donc AK égal & paralléle à P B, le Corps P sera porté avec deux mouvemens AD, AK ; de sorte qu'il s'avancera dans la diagonale A E du parallélogramme ADEK. Qu'on tire aussi de cette maniere A I, égal & paralléle à Q C ; alors le Corps Q devra être porté par les mouvemens A I, A F, & par tant il s'avancera dans la diagonale A G du parallélogramme A I G F. Pl. IX. Fig. 1.

§. 486. Nous avons consideré jusqu'à présent les Corps qui se choquent comme des points, & de cette maniere il étoit facile de mener des lignes aux endroits où ils se rencontrent ; mais les Corps ont leurs grandeurs, & ils se rencontrent en d'autres endroits, & par consequent il sera nécessaire de faire voir comment on doit trouver l'endroit où se rencontrent les Corps étendus, qui sont portés les uns vers les autres.

Soient les deux Corps sphériques A & B, qui commencent à être portés ensemble de leurs places A & B dans les directions A C, B C ; que la vîtesse du Corps A soit à celle de B, comme la ligne A C est à celle de B D. Il faut mener une ligne droite A B du centre de A jusqu'au centre de B, & décrire alors un Parallélogramme A B H C sur les lignes A B, A C. Que l'on tire du point D la ligne D H, & que C soit pris pour le centre d'un cercle dont le Rayon soit égal à la somme des deux demi-Diamétres des deux Corps A & B, que ce soit C L ; qu'on décrive donc l'arc L D, & que du point L on tire L N, paralléle à A C, & N R paralléle à C L ; maintenant je dis, que les centres des deux Corps se rendront en même-temps aux points N & R, & que lorsque ces Corps y seront arrivés, ils se toucheront réciproquement. Pl. IX. Fig. 26.

En effet, dans les deux Triangles semblables D N L, D B H, on a D N, N L : : D B, B H : c'est pourquoi on aura D N, C R : : D B, A C,

 parce

parceque N L est égal à C R, égal à B H; on a par conséquent D N, D B : : C R, A C, & en divisant D B — D N, D B : : A C — C R, AC, c'est-à-dire, B N, D B : : A R, AC; c'est pourquoi BN, A R : : D B, A C.

Par consequent, les espaces B N, A R, parcourus par les Corps B & A, sont entr'eux, comme les vîtesses D B, A C de ces Corps : de sorte que ces espaces sont parcourus en même-temps, & les centres des Corps sont en même-temps en N & R; mais N R est égal à C L, & nous avons pris C L égal à la somme des demi-Diamétres de ces Corps A & B, c'est pourquoi ces Corps se toucheront & se choqueront reciproquement, lorsqu'ils se seront rendus dans la ligne N R.

Le cercle tiré du centre C, avec le Rayon C L, coupe la ligne droite D H en deux points L, l; mais si les deux Corps, qui se rencontrent, viennent des côtés A & B, alors le point, l, est inutile : si au contraire le Cors A venoit du côté opposé F, & que les lignes C F, C A fussent égales, & que l'un des Corps commençât à se mouvoir du point B, & l'autre du point F, il faudroit dans ce cas se servir du point secant, l, si l'on vouloit connoître l'endroit dans lequel les Corps se choqueroient réciproquement.

Si la ligne droite D H ne vient pas dans le cercle L l, les Corps ne se toucheront pas : Si la ligne droite D H touche le cercle, les Corps se toucheront seulement en s'approchant, sans se choquer : Si le Sinus de l'Angle C D L n'est pas plus petit que la somme des demi-Diamétres des deux Corps A & B, alors D C pourra être pris pour le Rayon du cercle, mais les Corps ne se heurteront pas réciproquement.

Lorsqu'on veut connoître la grandeur du choc, avec laquelle les Corps A & B agissent l'un contre l'autre, il faut alors tirer B M & A Q, l'un & l'autre perpendiculaires sur N R, & la grandeur du choc sera, comme si le Corps A, porté par la vîtesse R Q, rencontroit le Corps B, qui est porté avec la vîtesse M N, dans la ligne droite N R.

En effet, les vîtesses des Corps A & B sont proportionnelles aux lignes droites AR, BN, & on peut prendre ces lignes droites pour les vîtesses. Nous sçavons maintenant, que le mouvement entier A R peut être changé en ces deux autres A Q, R Q, on peut aussi résoudre B N en deux, comme en B M, M N : entant que les Corps sont portés par des directions paralléles B M, A Q, ils n'agissent pas l'un contre l'autre, mais seulement lorsqu'ils sont portés dans des directions opposées avec les vîtesses Q R, N M. Les forces, avec lesquelles ils agissent l'un contre l'autre, sont comme les quarrés de ces vîtesses Q R, & N M, dont chacune est multipliée par la pesanteur de son Corps A ou B.

§. 488. On peut encore déterminer d'une autre maniere la grandeur du choc, par lequel un Corps agit contre un autre : si l'on connoit la vîtesse, avec laquelle le Corps s'avance, qu'on lui donne le nom de, a, les forces de ce Corps seront a a. Le Corps est portée avec ces forces dans la Diagonale d'un Parallélogramme, que l'on peut concevoir être un

quarré

quarré, en sorte que cette Diagonale peut devenir le Sinus total, que je nommerai S. Si donc on connoit aussi l'Angle, par lequel le Corps est porté contre un autre Corps, on connoitra aussi le Sinus de cet Angle, que je nomme Σ. C'est pourquoi $\overline{S}^q, aa :: \overline{\Sigma}^q . \frac{\overline{\Sigma}^q\, aa}{S^q}$. Ceci sera connoître les forces du Corps, avec lesquelles il est porté parallélement à l'autre Corps, & avec lesquelles il ne choque pas : partant en ôtant ces forces de la somme entiere des forces, on retiendra les forces avec lesquelles le Corps va heurter directement contre l'autre Corps, & par consequent on aura pour cela, $aa - \frac{aa\,\overline{\Sigma}^q}{S^q} = \frac{aa\,\overline{S}^q - aa\,\overline{\Sigma}^q}{S^q} = \frac{\overline{S}^q - \overline{\Sigma}^q}{S^q}$ & la vîtesse sera $\sqrt{\frac{\overline{S}^q - \overline{\Sigma}^q}{S^q}}$.

CHAPITRE XVII.

De l'Electricité, & des Corps qui sont doués de cette Vertu.

§. 489. Il y a dans les Corps une certaine Vertu, à l'aide de laquelle ils attirent à eux les autres Corps, & à laquelle on donne le nom d'*Electricité* ou *Vertu Electrique*. On doit bien distinguer cette Vertu de celle qu'on appelle *Vertu Attractive*, par le moyen de laquelle les Corps attirent à eux d'autres Corps, & semblent de cette maniere produire le même effet que les Corps électriques. Cependant ces deux Vertus n'agissent pas de la même maniere, & leurs Causes ne se ressemblent pas non plus, étant fort différentes les unes des autres. Cette Vertu électrique dépend de certaines exhalaisons fort deliées, qui s'échappent des Corps, les unes des Corps froids, les autres de ceux qui sont chauds; mais la plupart sortent des Corps qui sont chauds, & particulierement après qu'on les a frottés avec force.

Ces exhalaisons s'échappent des Corps que l'on frotte, & y reviennent ensuite par des mouvemens tout-à-fait surprenans, comme on peut en juger par les Corps qu'elles mettent en mouvement. Elles meuvent & emportent avec elles tous les autres Corps legers qui peuvent être agités, de quelqu'espéce ou nature qu'ils puissent être, & les repoussent ensuite. On peut être assûré par ces effets & d'autres encore, que ces exhalaisons sont de véritables Corps qui agissent, puisqu'on peut les sentir, lorsqu'elles viennent frapper la jouë ou la main. On peut aussi s'appercevoir, qu'elles repandent de la clarté pendant la nuit; & nous les entendons pé-

tiller, craqueter, & s'échapper. Puisque tant de Sens en sont frappés en même-temps, on doit être convaincu, que ce sont de véritables Corps, & qu'elles sortent des Corps électriques.

§. 490. On n'a connu autrefois qu'un petit nombre de Corps électriques. Le principal étoit l'Ambre, auquel on a donné pour cette raison le nom d'*Electrum*. En faisant dans la suite des Expériences avec d'autres Corps, on a aussi découvert, qu'il y en avoit un plus grand nombre, qui se trouvoient doués de cette Vertu. On met de ce nombre toutes les résines dures, tant celles qui viennent des plantes, que celles que l'on tire du sein de la Terre, l'ambre blanc & noir, l'agate noire, le souffre : & celles que l'on tire des plantes, comme la gomme Copal, l'encens, la résine de gayac, de jalap, le benjoin, la colophone, le résidu du pétrol après la distillation : ensuite les pierres, le diamant, le Saphir blanc, l'émeraude, la topase blanche, le rubis spinelle & balais, la cornaline, l'iris, l'opale, l'ametiste, le diamant de Bristol, le béril, la belemnite, toutes sortes de cristaux, & toutes les pierres précieuses dures, tant les transparentes que les opaques, les blanches & celles qui sont colorées. On a aussi remarqué, que la même Vertu électrique se trouve dans toutes les espéces de verre, & principalement dans le verre blanc transparent, dont on fait nos verres à boire ; dans le verre de Saturne & dans le verre d'Antimoine. L'arsenic, la pierre de sel, l'alun, le talc, la cire dont on se sert pour cachetter des lettres, le ciment, le papier, la soye, les cheveux, les plumes d'oiseaux, le fil de laine, les rubans de soye, le coton, le cuir, le parchemin, les feuilles d'Or battu, sont aussi doués de cette même Vertu. On avoit poussé les découvertes jusques-là, lorsque Monsieur Du Fay(a), excellent Philosophe François, ayant examiné tout nouvellement cette matiere, a trouvé que tous les Corps, sur lesquels il faisoit ses Expériences, pouvoient avoir par eux mêmes cette Vertu électrique, si l'on en excepte les métaux, la flamme d'une chandelle, les gommes acqueuses, la colle d'Angleterre, & quelques autres Corps, qui étant rendus un peu chauds deviennent mollasses : de sorte que l'Electricité peut être regardée comme une proprieté commune de presque tous les Corps.

Ils ne reçoivent pas tous une égale Electricité, il s'en trouve qui sont fort électriques, & d'autres qui le sont moins. Parmi les pierres précieuses, le diamant blanc bien poli & rendu brillant a plus de cette Vertu électrique que les autres : les poils du dos d'un chien ou d'un chat sont aussi plus électriques que ceux de quelqu'autre peau que ce soit.

§. 491. Il n'y a aucun Corps, de quelque nature qu'il soit, qui ne puisse être attiré ou mis en mouvement par ceux qui sont électriques, pourvu néanmoins qu'il soit mince, petit, & leger, comme les petites feuilles d'or battu, & celles de tous les autres Métaux, le noir de lampe, les petites plumes, le sable, la balle ou enveloppe deliée qui est autour du grain de bled, les coupeaux de toutes sortes de bois, les feuilles dessechées

(a) *Hist. de l'Acad. Roy.* année 1733.

chées de laurier, de chêne, de noyer, de coudrier, de poirier, ou de pommier, le roseau, l'herbe, la paille, le fil de laine & de soye, la glace, les charbons, les cendres. Ces Corps électriques attirent même aussi les liquides, comme le Mercure, l'eau, le brandevin, la fumée d'une chandelle éteinte, &c. de sorte que tous les Corps peuvent devenir comme électriques, quoiqu'ils n'ayent pas cette Vertu d'eux-mêmes, ou parce qu'il est impossible qu'ils soient frottés, ou parce qu'étant frottés ils ne font pas paroître cette Vertu.

Lorsqu'on veut faire des Expériences avec ces Corps, on ne sçauroit mieux faire, après les avoir sechés, que de les mettre sur un guéridon de verre, haut d'un pied ou d'un pied & demi, ou sur un verre à bierre renversé, dont le fond soit bien uni, & qui soit bien sec & un peu chaud, ou enfin sur un guéridon de cire d'Espagne : mais si on se contente de placer seulement ces Corps sur une Table, ou sur le plancher, ou sur un guéridon de bois ou de métal, il arrivera souvent, qu'ils ne feront pas le moindre mouvement & qu'ils ne pourront etre attirés.

§. 492. On remarque, que les Corps, qui ont d'eux-mêmes moins de Vertu électrique, sont ceux qui seront attirés & mis en mouvemnnt avec plus de force que les autres; car les métaux, la raclure de bois, & la pierre pilée, sont attirés plus fortement, que l'ambre, la cire, le verre reduits en poudre.

§. 493. Il arrive rarement que les Corps fassent paroître leur électricité, à moins qu'on ne les desseche bien & qu'on ne les frotte ensuite, ou qu'on ne les fasse premierement bien chauffer. Il y en a plusieurs, qui, lorsqu'on se contente de les chauffer, n'agissent que fort peu ou point du tout. Il en est ainsi à l'égard du verre, qui étant peu ou beaucoup chauffé sur le feu ne fait paroître aucune Vertu électrique; mais il s'en trouve quelques-uns, qui étant frottés fortement, reçoivent beaucoup d'électricité. On en voit d'autres, qui, étant un peu chauffés & bien secs, & ensuite frottés, reçoivent une très forte électricité. Il s'en rencontre, qui étant d'abord trop chauffés, & ensuite frottés reçoivent une très-forte électricité. Il s'en rencontre, qui, étant d'abord trop chauffés, & ensuite frottés, ont beaucoup moins de cette Vertu, que s'ils étoient moins chauds : il en est ainsi à l'égard du verre : on doit au-contraire bien chauffer les pierres demi-transparentes ou celles qui sont entierement transparentes, de même que le marbre, si l'on veut leur faire avoir quelque Vertu. On doit aussi bien chauffer, & même rendre presque brulans le gayac, le bouis, & autres bois semblables, de même que l'yvoire, les os, la baleine, les coquilles, le cuir, le parchemin, avant qu'on y remarque aucune Vertu électrique excitée par le frottement. Il y a au-contraire d'autres bois qu'il suffit de chauffer legérement, avant que de les frotter, comme le bois de sapin, le tilleul, le liége.

Les Corps, qui peuvent conserver le plus long-temps le mouvement & la chaleur, après avoir été frottés, sont aussi ceux qui peuvent rester le plus long-temps électriques, quoique cependant cette vertu ne dure

que quelques minutes. Il ſe trouve néanmoins des Corps, qui ne laiſſent pas de conſerver leur vertu électrique pendant quelques mois, quoiqu'ils ſoient froids & ſans avoir été frottés : c'eſt ce que j'ai remarqué à l'égard du Souffre & de la Réſine commune de Térébentine ; mais on doit auparavant les fondre & les verſer dans un verre pour les garder enſuite dans un morceau d'étoffe de Laine, autrement leur vertu ſe perd au bout de quelques ſemaines, & on ne peut la leur communiquer de nouveau, qu'en les frottant fortement.

§. 494. Pour produire dans les Corps la vertu électrique, il faut les frotter ſur la main ou avec la main, ſur de la Laine, ſur quelque Fourrure, ſur du Cuir, du Linge, du Papier, du Coton, des Plumes, ou ſur d'autres Corps ſouples qui ne ſoient pas unis, & jamais ſur ceux qui ſont durs, ou qui ont une ſurface polie ; & même le meilleur eſt de les chauffer auparavant & de les bien faire ſécher.

§. 495. On remarque que la vertu électrique a plus de force en Eté qu'en Hyver ; de ſorte qu'elle eſt fort foible en Hyver, & ſur tout lorſqu'il fait un temps humide. En effet, on a obſervé en Angleterre, qu'un tube de verre étant frotté en Eté mettoit les Corps en mouvement à une diſtance de 8 pieds, au-lieu que ce même Corps, frotté en Hyver & dans un temps humide, ne pouvoit produire cet effet qu'à une diſtance de deux pieds.

§. 496. Cette vertu eſt auſſi plus forte, lorſque le temps eſt ſerein, lorſqu'il régne un vent de Nord, & pendant le jour, que quand il fait un temps ſombre, & que l'air eſt épais, rempli de brouillards, ou lorſqu'il régne un vent de Sud, ou enfin lorſque cela ſe fait pendant la nuit ; de ſorte qu'il arrive, qu'on ne peut remarquer dans ces Corps aucune vertu en certains temps. Lorſque l'air eſt bien ſec dans l'endroit où l'on fait ces expériences, elles réüſſiſſent à ſouhait ; mais j'ai remarqué, que lorſqu'on ſe trouve environné d'un grand nombre de Spectateurs, dont l'haleine rend l'air humide, on ne peut rien faire voir, ou preſque rien de cette vertu électrique, quand même on feroit frotter ces Corps avec beaucoup de force & qu'on les rendroit fort chauds.

§. 497. On remarque auſſi, qu'il y a certains Corps qui doivent être bien nets, & qui doivent avoir une ſurface bien polie : on voit cependant, comme quelques-uns l'ont obſervé, qu'un Diamant brut attire avec plus de force, que celui qui eſt poli, à moins que cela ne dépende de la nature de la pierre.

§. 498. De-plus, cette vertu dépend auſſi des couleurs des Corps, non pas en tant que ces couleurs différent, mais ſelon qu'il y a ſur les ſurfaces des Corps diverſes ſortes de matieres, dont les couleurs ſont formées. Et de fait, lorſqu'on ſépare un rayon de ces coûleurs à l'aide d'un Priſme, & que l'on fait tomber chacune de ces couleurs l'une après l'autre ſur de la Gaze blanche, derriere laquelle il ſe trouve une feuille d'Or, l'électricité d'un tube de verre frotté n'agira pas plus ſur l'Or, que ſi la Gaze étoit reſté toute blanche. Monſieur Du Fay, prit neuf

différens

différens Rubans, un noir, un blanc, un rouge, un de couleur d'orange, un jaune, un verd, un bleu, un de couleur de pourpre, & un violet, qu'il suspendit tous en une file, & il trouva, que lorsqu'il leur présentoit dans une situation horisontale un tube de verre électrique, le Ruban noir étoit le premier à se mouvoir, & se mouvoit même avec plus de force que les autres, ensuite le blanc, puis ceux des autres couleurs, lorsqu'il en approchoit davantage le tube, enfin le rouge se mouvoit le dernier & avec moins de force que les autres; mais lorsqu'on trempe tous ces rubans dans de l'eau, ils sont tous attirés également fort & sans aucune différence : il en est aussi de même à l'égard des feuilles de fleurs, de quelque couleur qu'elles puissent être; car elles sont attirées sans distinction de couleur, si ce n'est que les plus legéres le sont davantage que les autres.

§. 499. Quand les Corps sont électriques ils attirent ceux qui n'ont pas en même temps cette vertu, car aussi-tôt que deux Corps sont électriques, ils ne s'attirent plus l'un l'autre, mais ils se repoussent, ou ils s'éloignent l'un de l'autre; (ce qui a pourtant ses bornes, comme nous le verrons ci-après) si néanmoins ils rencontrent quelqu'autre Corps, auquel ils communiquent leur vertu, ils se trouvent alors de nouveau dans l'état où ils doivent être, pour pouvoir être attirés de nouveau.

§. 500. Les Corps électriques peuvent communiquer leur vertu a toute sorte de Corps, proche desquels ils se trouvent ou ausquels ils tiennent; de sorte que ceux-ci paroissent par-là être devenus électriques d'eux-mêmes. Cette vertu se communique donc tant aux Corps solides, qu'à ceux qui sont liquides. Il n'est que trop bien connu, qu'elle se communique aux Corps solides; & quant aux liquides, elle leur est aussi communiquée, comme Monsieur Gray l'a découvert, en mettant de l'eau dans un plat de bois, au-dessus duquel il avoit exposé auparavant un tube de verre frotté; car cette eau attira & repoussa les fils, les poils, les petits morceaux de papier mince, & les feuilles de cuivre. Puisque l'eau n'est pas électrique d'elle-meme, non plus que quelques autres Corps, on ne laisse pourtant pas de voir ici, que l'électricité peut être communiquée aussi-bien aux Corps qui sont électriques d'eux-mêmes, qu'à ceux qui ne le sont pas.

§. 501. On remarque bien mieux l'électricité de ces Corps lorsqu'ils sont exposés à l'air, que lorsqu'ils se trouvent dans le vuide, quoiqu'ils ne laissent pas d'y conserver aussi cette vertu.

§. 502. Si entre un Corps électrique & celui qui en doit être attiré, on interpose un autre Corps, il empêchera ou n'empêchera pas l'attraction, selon la nature dont il sera. Il l'empêchera, si il n'est pas d'une nature fort électrique par lui-même, si il est de bois ou de Métal, il prendra la vertu pour lui, & ne lui permettra pas de passer outre. Au-contraire, si il est fort électrique, & à proportion qu'il le sera, il absorbera moins de la vertu électrique, & la laissera mieux passer. Il paroît

par-là,

par-là, que les écoulemens électriques passent à travers le verre & la Cire d'Espagne ; mais souvent il ne leur est pas possible de traverser la gaze blanche ou noire, lorsqu'elle est froide, ou le papier blanc quoiqu'il soit percé de trous, & que ces trous soient grands & en même temps un peu couverts de petits poils. Ces écoulemens ne peuvent pas non plus passer à travers une petite feuille d'étaim, d'or battu, posée sur un anneau de bois, ni à travers le bois : ils passent au-contraire facilement à travers la gaze qui est teinte, & sur tout à travers la rouge ; ou à travers toute sorte de gaze, même la blanche & la noire, pourvu seulement qu'on la chauffe premierement, & qu'on la tende ensuite sur un petit cercle, sous lequel on mette de petits Corps legers sur un guéridon de verre : mais si on mouille la gaze, les écoulemens ne passeront pas à travers, de quelque couleur que la gaze puisse être, cependant la gaze humide sera renduë électrique.

§. 503. Un Corps qui seroit par lui-même des plus électriques, mais que l'on ne veut rendre électrique que par communication, ne le devient pas si bien à beaucoup près, quand pour en approcher, ou pour lui faire toucher le Corps qui l'électrisera, on l'a posé sur un soûtien dont la matiere est très-électrique par elle-même, comme du verre, que si on l'avoit mis sur un autre soûtien d'une matiere moins électrique, comme du bois. Que l'on approche un tube de verre bien frotté d'un morceau d'ambre, posé sur un soûtien de verre, la vertu électrique du tube se partage trop entre le morceau d'ambre & le soûtien de verre, qui ont une égale facilité à le recevoir, & par consequent l'ambre prend moins de vertu, que si il avoit été sur du bois ou sur du métal.

§. 504. Les écoulemens électriques, sur tout ceux d'un tube frotté, passent tout le long d'une corde ; qui est de la grosseur d'un tuyau de plume ou même plus grosse, tandis qu'ils forment en même temps autour de cette corde un tourbillon, qui s'étend bien à la distance d'un pied, quoique la corde soit longue de 1256 pieds, & ne s'étende pas en droite ligne, mais qu'elle fasse au-contraire plusieurs courbures en passant à travers des fils de Soye tendus ; ou des tubes de verre, ou de la Cire d'Espagne ; car si l'on met une large ganse à l'un des bouts de cette corde, & que l'on attache à l'autre bout une petite boule d'yvoire, en soûtenant la corde à cause de sa longueur sur des fils de soye posés en travers, & qu'alors, après avoir mis de l'or battu sous la boulette d'yvoire, on enveloppe le tube de verre dans la ganse ; on trouvera, que la petite boule met les feuilles d'or en mouvement, & qu'elle les attire. Cette expérience réüssit encore mieux, lorsque la corde est humide ; parce qu'elle a alors elle-même moins d'électricité : on peut faire cela en rase campagne, pourvu que la petite boule soit un peu suspenduë renfermée, quand même il régneroit alors un vent plus que médiocre. Ces écoulemens s'étendent aussi fort bien le long d'une corde faite de poils, le long d'une verge de bois, d'un roseau, & d'un fil de fer ou de cuivre, soit qu'il soit froid ou brulant ; ils s'étendent encore le long

de

de l'or, de l'argent, de l'étain, des pierres & des cailloux ; enfin ils font la même chofe à l'égard du papier, du linge, de l'yvoire, du liége, des herbes féches & vertes, & de tous les Animaux vivans : mais les matieres les plus fufceptibles d'électricité par elles-mêmes font les moins propres à la porter à un éloignement confiderable ; & c'eft pour cette raifon que les écoulemens ne s'étendent pas fort loin le long de la Soye, du Verre, de la Cire.

§. 505. Monfieur Du Fay a auffi recherché, de quelle maniere les écoulemens électriques s'étendoient le long des cordes, qui feroient fituées au milieu à diverfes diftances les unes des autres, & qui fe trouveroient pofées horifontalement fur des fils de Soye. Une de ces cordes avoit 6 pieds de longueur, l'autre en avoit 8, & l'on avoit fufpendu une boule de bois à l'une de fes extrémités : lorfque ces deux cordes ne fe trouverent éloignées l'une de l'autre au milieu qu'à la diftance d'un pouce, & que l'on appliqua le tube de verre électrique à l'extrémité d'une de ces cordes, la boule reçut autant de vertu électrique, que fi les deux cordes n'euffent formé qu'un feul Corps : cette vertu ne laiffa pas de conferver fa force, quoiqu'on éloignât les cordes à une diftance de trois pouces l'une de l'autre : elle parut un peu plus foible à la diftance de 6 pouces, mais elle fut beaucoup plus foible à la diftance d'un pied. On ne put s'appercevoir d'aucun changement dans l'électricité, lorfqu'on mit une chandelle allumée entre ces deux cordes ; mais la fumée fut attirée par la corde, à laquelle on appliquoit le tube. L'électricité reftoit toujours la même, quoiqu'on foufflât entre les deux cordes avec un foufflet. On a cependant fait d'autres expériences, par lefquelles il paroît qu'on peut faire perdre l'électricité à un tube de verre en fouflant avec la bouche. Monfieur Gray tendit trois cordes, dont les bouts étoient à une diftance d'un pied & demi l'un de l'autre, & lorfqu'on y appliqua le tube, elles parcoururent trois différens efpaces en lignes droites, qui étoient telles, que fi elles euffent été approchées l'une de l'autre, chaque pair d'entr'elles auroit fait enfemble un angle de 45 degrés : les deux cordes extérieures avoient 50 pieds de longueur, celle du milieu en avoit 20, elles avoient à leurs extrémités quatre petites piéces de bois quarrées, fous lefquelles il y avoit une feuille d'or : il trouva que les écoulemens électriques coulerent en même temps le long de ces trois cordes en fuivant différentes directions, & que l'or fut attiré par les petites piéces de bois.

Ce même Phyficien fit encore une autre expérience, à l'aide de laquelle il rechercha, fi les écoulemens s'étendoient auffi en rond autour d'un cercle. Il fe fervit pour cet effet d'un cercle, qui avoit 2 $\frac{1}{2}$ pieds de Diamétre, & il le fufpendit à une corde faite de poils, & longue de 4 pieds : il mit fous le cercle des petits morceaux de feuilles d'Or : lorfque le Tube de verre frotté eut été mis dans le cercle, & qu'on l'eut appliqué près de fa partie fupérieure, quoiqu'il en fût encore éloigné de plufieurs pouces, la feuille d'Or ne laiffa pas d'être attirée par la partie inférieure du cercle ; mais lorfqu'on tenoit le Tube en-bas dans le cercle, il ne

paroiſſoit alors aucun effet de la vertu électrique. Quand on tenoit le Tube hors du cercle, pas loin du nœud de la corde, où il étoit attaché, on remarquoit de nouveau de l'Electricité à ſa partie inférieure; à ce premier cercle on en attacha enſuite un ſecond, plus petit, dont le Diamétre étoit de $1\frac{1}{2}$ pied, & ſuſpendu à un paquet de fil, deux pouces au-deſſous du premier : il y avoit au-deſſous de ce petit cercle une feuille d'Or, qui fut attirée, lorſque le Tube eut été mis dans le cercle d'en-haut, & proche de la partie ſupérieure : mais le Tube ayant été mis dans le cercle d'en-bas, & proche de ſa partie inférieure, il ne parut aucune Electricité.

§. 506. Les Corps, qui ſont doués de la vertu électrique, n'attirent pas ſeulement les Corps legers, mais ils en ſont auſſi attirés; car ſi l'on ſuſpend à un fil un morceau d'Ambre, & qu'on le frotte ſur un couſſin, & qu'enſuite, en le laiſſant ſuſpendu librement, on en approche ce même couſſin, il s'avancera alors vers lui. On peut auſſi faire la même choſe en tenant une petite paille tout proche de ce morceau d'Ambre, qui s'approchera du côté de cette paille.

Ce que nous venons de dire ici regarde les effets communs des Corps électriques, & on peut en lire la plus grande partie dans les Ouvrages de Gilbert, Boyle, des Membres de l'Academie de Florence & de Haukſbée; mais on eſt ſurtout redevable de ce qu'il y a de plus remarquable ſur cette matiere à l'induſtrie de Meſſieurs Gray (*a*) & du Fay (*b*). Il m'eſt impoſſible de faire remarquer dans un petit Ouvrage comme celui-ci, tout ce que ces Philoſophes ont découvert, c'eſt pourquoi je me contenterai d'expoſer quelques-uns des Phénoménes les plus faciles & les plus ſurprenans, qui ſont produits par une boule de verre que l'on fait tourner, ou par un cilindre ſolide de verre, ou un tube de la même matiere frotté avec la main.

§. 507. On prend une boule de verre, dont le Diamétre ſoit de 8 ou 9 pouces, & étant remplie d'Air on la fait tourner rapidement avec une roue; on tend au-deſſus du milieu de cette boule, juſqu'à une diſtance de 5 pouces, un fil de cuivre courbé en maniere d'arc, auquel on ſuſpend en différens endroits des fils de fine laine de la longueur de 4 pouces, on tient la main tout contre la boule par-deſſous, afin qu'elle ſoit frottée avec force en tournant, d'où elle reçoit ſon Electricité, & attire les fils de laine autour d'elle, de ſorte qu'ils paroiſſent être poſés comme les rayons d'un cercle vers le centre, ce qui dure bien 4 ou 5 minutes, quoiqu'on arrête la boule. Si on étend alors un doigt vers l'extremité d'un fil attiré de cette maniere, il s'éloignera en quelque ſorte de ce doigt en quittant ſa place; ſi l'on tient quelque Corps entre la ſuperficie de la boule & le fil, celui-ci ſe tiendra ſeulement alors tout droit vers en-bas. Si l'on met dans cette boule un diſque attaché à un axe, autour duquel

(*a*) *Philoſ. Tranſ.* Numero 366, 417, 422, 436, 438.
(*b*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* Ann. 1733.

duquel il y ait des fils, & que cette boule soit tournée, & frottée, tous ces fils seront tirés vers la superficie de la boule, comme les rayons d'un cercle se rendent du centre à la circonférence. On peut aussi faire cela avec des boules de souffre, de ciment, de cire d'Espagne, tournées & frottées de la même maniere.

§. 508. Si l'on prend un tube de verre blanc, dont le Diamétre ne soit pas moins d'un pouce, il peut bien être de $1\frac{1}{2}$ ou de deux pouces, long de 2 ou 3 pieds, ouvert ou bouché de chaque côté; ce tube étant bien net & bien sec en dedans & en dehors, on le prend par le bout dans une main, en l'empoignant avec l'autre main, on le frotte avec force & rapidement d'un bout à l'autre, jusqu'à ce qu'il devienne chaud : la main avec laquelle on le frotte doit être seche, si elle sue, elle n'est pas propre pour cela : c'est pourquoi ceux qui sont maigres, secs, & robustes réüssissent mieux dans cette occasion, que ceux qui sont gras, mous, & pleins d'humeurs aqueuses. On peut entendre, en frottant, si l'Electricité aura lieu ou non : car si l'on entend, que la main qui frotte pipiote, c'est une marque que la main est suante, & que la chose ne réüssira pas, c'est pourquoi on doit prendre dans la main un papier bien sec, ou un morceau de drap de laine, qui ne déborde pas hors de la main, & s'en servir pour frotter, quoiqu'il n'y ait rien de meilleur que de frotter avec la main toute nuë. Lorsqu'on a ainsi frotté le tube pendant quelque temps, jusqu'à ce qu'il soit devenu chaud, on cesse de frotter, & alors on remue un doigt, à peu près à la distance de $\frac{1}{4}$ de pouce, le long du tube, sans le toucher, & alors on entendra un craquement sur le doigt, semblable au craquement qui est produit par le Sel marin que l'on jette dans le feu : Si cela se fait dans l'obscurité, on verra que chaque craquement se dégageant & sautant sur la main, donne du feu ou de la lumiere. Dès qu'on a remué le doigt le long du tube, & qu'on l'a entendu craqueter, on ne trouvera plus d'Electricité dans le tube; mais si on ne fait pas cela, le tube pourra conserver & faire paroitre son Electricité. Au-lieu de remuer le doigt le long du tube, on peut aussi prendre une brosse, & on remarquera alors, qu'il tombera une étincelle lumineuse sur chaque poil de la brosse. Lorsqu'on approche le tube frotté tout près de la jouë, on y sentira comme un mouvement doux, un chatouillement, ou comme une legére impression, causée par les écoulemens qui s'échappent du tube & qui viennent frapper la jouë.

§. 509. Lorsqu'après avoir appris comment on doit produire l'Electricé dans le tube, on le frotte de nouveau, & qu'on le tienne au-dessus de quelques petits morceaux de feuille d'or, de noir de lampe, de bale ou enveloppe de grain, ou de semblables Corps legers; on remarquera alors que tous ces Corps, seront attirés avec beaucoup de force vers le tube, & cela en faisant des sauts surprenans, avec différentes directions, & des répulsions qui sont tout-à-fait inexprimables.

§. 510. Si l'on prend le duvet de la poitrine d'un oiseau, & qu'après avoir premierement frotté le tube fortement, on le tienne éloigné du

 duvet

duvet à la diſtance de 8 ou 10 pieds, ou un peu moins, le duvet ſe jettera avec violence vers le tube; lorſqu'on voit qu'il y tient, qu'on approche le doigt, en le tenant éloigné à la diſtance de 8, 10, ou 12 pouces, & alors le duvet abandonnera le tube, & ſes petites barbes ſe jetteront vers le doigt, & y voleront en quittant le tube : peu de temps après, le duvet abandonnera de nouveau le doigt, & ira s'attacher au tube; cela ſe fera à diverſes repriſes avec une grande rapidité. Mais lorſque le duvet a quitté le tube, & qu'il voltige dans l'air, & qu'on frotte ſur le champ de nouveau le tube, on pourra alors, en tenant le tube horizontalement, & en le portant par en-bas tout proche du duvet; on pourra, dis-je, chaſſer ce duvet dans l'air avec beaucoup de célérité, & le pouſſer partout où l'on voudra, ſans qu'il s'approche du tube pendant l'eſpace de cinq ou ſix minutes; mais auſſi-tôt que le duvet aura ſeulement touché un autre Corps, auquel il communique ſa vertu, il volera enſuite de nouveau vers le tube. On peut auſſi faire la même choſe avec un petit morceau de feuille d'or; tandis qu'il eſt porté dans l'air, où il eſt chaſſé par le tube, il faut tenir le tube verticalement ſous ce petit morceau, & le frotter comme auparavant avec la main, alors ce petit morceau ſuivra le mouvement de la main, & voltigera deſſus & deſſous de la maniere ſuivante : lorſqu'on porte la main vers la partie ſupérieure du tube, le petit morceau s'en approche auſſi, mais il s'en retire & s'en éloigne, lorſque la main deſcend en bas. Si l'on tient aſſez long-temps la main à l'extrémité ſupérieure du tube, pour donner au petit morceau d'or le temps de tomber deſſus, il vient ſe poſer ſur la main; mais on ne tire pas plutôt la main en-bas, qu'il s'en éloigne & s'envole dans l'air.

§. 511. Lorſqu'on a fait lever dans l'air deux petits morceaux d'or à l'aide du tube, ils ſe tiennent éloignés l'un de l'autre, étant tous deux électriques; mais auſſi-tôt qu'un de ces petits morceaux a touché ou la main ou quelque autre Corps, il perd ſa vertu, & tombe ou s'envole vers l'autre petit morceau.

§. 512. Lorſqu'on a communiqué la vertu électrique à un petit morceau de feuille d'or par le moyen d'un tube de verre, ce qui le fait voltiger dans l'air à une certaine diſtance du tube, & qu'on approche du premier tube un ſecond tube de verre électrique, le petit morceau de feuille d'or ſera repouſſé du tube; mais ſi l'on approche du tube un morceau de cire d'Eſpagne, le petit morceau d'or, ſe rapprochera plus près du tube, & s'en éloignera encore, dès qu'on éloignera la cire d'Eſpagne du tube.

§. 513. Si l'on ſerre du duvet entre une petite buchette de bois fenduë, & que l'on tienne le tube frotté au-deſſus du duvet, toutes ces petites plumes ſe dégageront & ſe jetteront vers le tube : ſi l'on met enſuite le doigt entre le duvet & le tube, quoique ce ſoit à une diſtance d'un, ou de deux pouces, & même davantage, toutes ces petites plumes s'envoleront du doigt; mais dès qu'on éloignera le tube, toutes les petites plumes ſe jetteront vers le doigt : car le duvet reçoit premierement du

tube la vertu électrique, ensuite le doigt reçoit la vertu du tube, & non le duvet; après qu'on a ôté le tube, la vertu du doigt agit sur le duvet.

§. 514. Lorsqu'on attache ce duvet sur un petit pied, & qu'on le couvre avec une cloche de verre bien nette & bien seche, & que l'on frotte ensuite avec les deux mains cette cloche de haut en-bas de tous côtés, toutes les petites parties du duvet se détacheront tout autour & se jetteront vers la cloche, en concevant dans une cloche des rayons tirés du centre vers la circonférence: Lorsqu'on cesse de frotter, il faut remuer une main vers en-haut ou vers en-bas, soit en touchant le verre, ou en tenant la main tout proche, & alors on verra, que les particules de ce duvet suivront la main, à laquelle l'Electricité s'est communiquée. Si au-lieu de la main, on se sert du tube de verre, après qu'on l'aura frotté, & qu'on le porte en-haut & en-bas à une petite distance de la cloche, les petites parties du duvet suivront le mouvement du tube, qui les attire par son Electricité; car ces écoulemens électriques sont si déliés, qu'ils passent à travers la cloche. Si l'on vient à souffler fortement avec la bouche entre le tube & la cloche, c'est fait de toute la vertu du tube, qui se dissipe sur le champ, & les petites plumes tombent en-bas de ce côté de la cloche, comme si le souffle étoit entré par les pores de la cloche, ce qui n'arrive pourtant pas, mais on éloigne du tube & de la cloche les écoulemens électriques, que l'on disperse de ce côté-là par le souffle, & les petites plumes n'étant plus alors attirées, elles commencent dès-lors à baisser par leur propre pesanteur.

§. 515. Si on a une bonne aiguille de boussole, tout recemment & fortement aimantée, & qui tourne sur son pivot, il faut alors frotter fortement le tube de verre, & lorsqu'on le tiendra tout proche de l'aiguille, celle-ci sera tirée vers le tube, de la même maniere que deux aimans sont attirés l'un vers l'autre. Lorsque cette aiguille de boussole a été attirée pendant quelque temps par le tube, elle perd une grande partie de sa force, & devient beaucoup plus immobile.

§. 516. Si l'on tient le tube frotté au-dessus du sable, de la limaille de quelque métal, ou de quelques autres petits Corps, mais qui soient pesans, ils seront repoussés avec force hors de leur place par le tube.

§. 517. Lorsqu'on tire premierement l'air du tube de verre par le moyen de la pompe pneumatique, & qu'on frotte ensuite le tube, il ne paroit alors que peu de vertu en dehors, puisque le tube ne fait presque plus mouvoir ni les petites plumes, ni les feuilles d'or, toute l'électricité étant alors au-dedans du tube; mais aussi-tôt qu'on laisse rentrer l'air dans le tube, on s'apperçoit dans l'instant que l'électricité se jette en-dehors: les écoulemens se précipitent en-dedans dans le premier cas, parce qu'il ne se trouve aucune résistance dans le vuide, comme il y en a en-dehors dans l'air; au-lieu que l'électricité devient égale au-dehors & au-dedans du tube, aussi-tôt que l'air y entre.

§. 518. Si l'on remplit entierement le tube avec du sable, du son, ou

quelqu'autre Corps semblable, on trouve que l'électricité est moindre en-dedans après le frottement; mais elle devient plus forte, lorsqu'on en a ôté le sable, car la vertu du tube se communique aux Corps qui se trouvent en-dedans. Ce Phénoméne se remarque d'une maniere encore plus sensible, lorsqu'on ne remplit que la moitié du tube avec du sable, & qu'on laisse l'autre moitié vuide : en frottant l'extrémité qui est vuide, elle deviendra alors fort électrique en-dehors, & si on y fait tomber le sable en renversant le tube, l'électricité extérieure diminuera sur le champ; mais si on renverse de nouveau le tube jusqu'à ce que le sable retombe dans sa premiere place, l'électricité retournera aussi en-dehors. On ne remarque pas cela, lorsque le tube est rempli de sable chaud, parce qu'il peut recevoir par-là une forte électricité, ensorte qu'un peu de vertu du tube suffit alors pour le sable : c'est pourquoi le tube continuera de conserver en-dehors une forte vertu électrique, comme s'il n'y eût point eu de sable en-dedans.

§. 519. Si on suspend horisontalement à deux cordes de soie un paquet de paille ou un petit fagot, & qu'on tienne à l'une des extrémités le tube frotté, tous les tuyaux de paille & toutes les petites branches feront appercevoir de l'autre côté de l'électricité sur une feuille d'or, de sorte que les écoulemens électriques se dispersent avec violence, en coulant tout le long des tuyaux de paille.

§. 520. Si l'on suspend un homme ou quelque animal vivant sur des cordes de poils, sur des fils de laine de couleur bleue, ou sur des cordons de soie aussi de couleur bleue, à peu près horisontalement au-dessus du sol, comme s'il devoit nager dans l'air, & que l'on place sous ses cheveux & sous son visage quelques petits morceaux de feuille d'or, & qu'ensuite on frotte le tube de verre & qu'on le tienne tout près des pieds de cet homme ainsi suspendu; on remarquera d'abord, que ses cheveux, son nez, & tout son visage feront paroître leur électricité sur ces petits morceaux de feuille d'or : Tenez le tube proche de sa tête, & vous verrez que ses pieds auront aussi de l'électricité. Si l'on donne à cet homme une ligne ou une longue verge, qu'il tienne à la main & qu'il porte en-dehors, comme si il vouloit pêcher, & que l'on tienne de petits morceaux de feuille d'or sous l'extrémité extérieure de cette ligne, ces petites feuilles d'or ne manqueront pas d'être d'abord attirées vers l'extrémité de la ligne. Si cet homme, qui est suspendu, tient à la main la petite planche, sur laquelle la feuille d'or est posée, alors ni son visage, ni ses cheveux, ni son autre main ne feront plus paroître aucune électricité sur la feuille d'or, parce que dans ce cas la vertu électrique se trouve également dispersée par tout : mais si il y a dans la chambre un autre homme, qui ne touche pas celui qui est suspendu, dès lors sa maiu, de même que son visage, & la ligne auront de l'électricité, laquelle il pourra faire paroître sur la feuille d'or, parce que la vertu électrique lui a été communiquée.

§. 521. Si on suspend un homme comme le premier, & que l'on

tienne le tube frotté tout près de son visage, de sa main, ou de son pied, & qu'une autre personne s'en approche, & tienne sa main à la distance d'un pouce du visage, ou de la main, ou du pied de l'Homme suspendu; ils sentiront l'un & l'autre une legére douleur, comme si on les piquoit avec une épingle, ou comme si ils étoient legérement brulés par une étincelle, tandis qu'on entendra en même temps un craquement, semblable à celui que fait le sel marin lorsqu'il petille; mais si, au-lieu d'approcher la main, on tient une petite planche, un habit, ou quelque autre Corps inanimé, on ne sentira alors ni piqueure, ni brulure comme auparavant. Si cependant on suspend ainsi cet homme sur des fils de laine de couleur d'Ecarlate, on ne lui remarquera presqu'aucune électricité, ou du moins on ne lui en trouvera que fort peu, quand même on tiendroit fort proche de lui le tube frotté, & il ne sentira lui-même sur son Corps, ni piqueure, ni brulure : Si il peut attirer un fil blanc, l'électricité ne durera que 6 ou 7 secondes, au-lieu que lorsqu'il étoit suspendu sur des fils de laine de couleur bleue, il attiroit un fil blanc à la distance d'un pied, & cette attraction duroit bien alors 75 secondes : mais lorsqu'il étoit suspendu sur des cordons de soye de couleur bleue, l'attraction duroit 50 minutes : sur des cordons de soye de couleur d'écarlate, elle duroit 25 minutes; & enfin sur des cordons de soye de couleur d'orange, elle duroit 21 minutes. Ces expériences réüssissent également avec des animaux suspendus, soit avec ceux qui sont vivants ou avec ceux qui sont morts, suivant les observations de Monsieur Gray. Ce même Auteur a fait encore une autre expérience, en suspendant son garçon sur des cordons de soye, & en approchant de ses pieds le tube frotté : lorsque ce garçon tenoit le bout de son doigt proche de la main d'un homme, qui étoit tout joignant lui sur un gâteau fait de cire d'Espagne & de résine noire, pendant qu'un autre homme se tenoit de l'autre côté de ce garçon avec un fil suspendu; alors le premier de ces deux hommes sentoit sur sa main comme une piqueure, & entendoit un craquement, tandis que le fil, qui étoit attiré vers le garçon, pendoit en même temps en-bas, ce garçon ayant alors perdu une grande partie de son attraction : & après qu'il eut encore porté quelques fois le doigt vers la main de cet homme, l'attraction cessa & se perdit entierement; mais le fil fut fortement attiré par le premier de ces hommes.

Dans une autre occasion il plaça un homme sur un gâteau de cire d'Espagne, un second sur du souffre, & un troisiéme sur un gâteau de cire & de résine : & ces trois hommes se donnoient la main, tandis que le garçon suspendu avançoit son doigt vers la main du premier homme, ce qui les rendit tous les trois électriques, & ils attirerent un fil que l'on avoit tenu tout près d'eux.

§. 522. Il a aussi trouvé, qu'en suspendant horisontalement une pincette de fer, une pelle à feu, ou quelque barre de fer à deux fils de soye, ou en les mettant sur des cilindres de verre, sur des morceaux de cire, de souffre, &c. & qu'en portant le tube frotté à une des extrémités, & la

la main ou la jouë à l'autre extrémité, on y sentoit alors comme une piqueure & une brulure, semblable à celle qui est causée par une étincelle, & qu'elle y restoit même pendant quelques minutes.

Si on fait cette expérience pendant la nuit, on verra non seulement une lumiere sur cette extrémité du fer, dont on approche le tube; mais on remarquera encore en même temps, qu'il part de l'autre extrémité une lumiere sous la forme d'un Cone, dont le sommet est à l'extrémité du fer: Cette lumiere est composée de rayons lumineux, qui, se séparant les uns des autres, s'éloignent du fer, & les Rayons extérieurs paroissent même se courber: on peut aussi entendre le ronflement, qui est produit par cette lumiere, lequel commence à l'extrémité qui se trouve proche du tube, & qui devient toujours d'autant plus fort qu'il s'approche davantage de l'autre extrémité du fer.

Lorsqu'on est placé derriere cette lumiere, & qu'on remue rapidement la main comme vers cette lumiere dans un endroit où il n'y en avoit auparavant aucune, on s'appercevra qu'il vient à cette extrémité du fer une lumiere, qui s'avance comme pour se rendre du côté du tube. Monsieur Gray prit aussi dans la suite des barres de bois de sapin, de bois d'Aune & de Houx, qu'il suspendit ou mit sur des Corps électriques, comme il avoit fait auparavant avec les barres de fer. Lorsqu'il porta le tube frotté à l'une des extrémités, il y parut une lumiere, mais moins éclatante & moins longue, que celle qui s'étoit manifestée sur les barres de fer: cette lumiere n'étoit pas non plus de figure conique, mais plutôt de figure cilindrique, ayant à son extrémité comme une espece de frange: quand on tenoit le doigt ou la main tout près de ces barres de bois, on ne sentoit ni éguillonnement, ni piqueure, comme on en sentoit proche des barres de fer: lorsqu'il prenoit ces barres de bois, dont l'un des bouts étoit plus épais que l'autre, non seulement la lumiere tomboit, mais on sentoit même sur le doigt quelques piqueures, & sur tout quand on se servoit de la barre de bois de Houx. Suspendoit-il ces barres sur des fils de laine de couleur d'écarlate, il n'y remarquoit plus aucune électricité.

§. 523. On posa perpendiculairement sur un verre cilindrique une plaque de cuivre, qui avoit 4 pieds quarrés, & on plaça horizontalement sur du verre une verge de fer qui avoit 4 pieds de longueur, de sorte qu'un de ses bouts auroit pu s'étendre jusqu'au milieu de la plaque, mais dont elle étoit éloignée d'un pouce: le tube frotté fut placé à l'autre extrémité de la verge; lorsqu'on frotta ensuite un peu fort avec le doigt le côté postérieur de la plaque, il y parut une lumiere sur la plaque, tandis qu'un gros Rayon lumineux sortit en même temps de l'extrémité de la verge. On remarque de semblables Phénoménes, lorsqu'on se sert de barres de bois au-lieu de celles de fer, & qu'on employe des planches de bois au-lieu de plaques de cuivre.

§. 524. J'ai dit au §. 510, que le Duvet, ou un petit morceau de feuille d'or, étoit d'abord attiré par un tube de verre, & qu'il en étoit ensuite

ensuite repoussé dans l'air, & qu'aussi long-temps que duroit l'électricité de cette petite feuille, elle ne pouvoit plus être attirée de nouveau par le tube: Lorsque Monsieur du Fay eut aussi rendu électrique un morceau de gomme copal, & qu'il l'eut approché de la feuille d'or, qui étoit alors suspenduë dans l'air & qui s'étoit envolée du tube, elle fut d'abord attirée par la gomme copal, & n'en fut pas repoussée. Lorsqu'il fit premierement attirer & repousser un petit morceau de feuille d'or par la gomme copal, cette feuille se trouvant suspenduë dans l'air ne put plus être attirée de nouveau par la gomme copal, mais elle fut repoussée plus loin; cependant, aussi-tôt qu'on approcha de cette feuille un tube de verre électrique, elle fut attirée par ce tube.

§. 525. Cette Expérience fit voir, que l'électricité n'est pas toujours de même nature, puisqu'autrement il auroit fallu que la petite feuille d'or, qui avoit été repoussée par le tube, eût aussi été repoussée par la gomme copal, au-lieu qu'elle en fut repoussée. L'expérience nous apprend, qu'il se trouve plusieurs Corps, qui font le même effet que la gomme copal: on a découvert par-là, qu'il y a deux sortes d'électricité, dont l'une est connuë sous le nom de *Vitrée*, parce qu'elle a été découverte par le moyen du verre: on donne à l'autre le nom de *Résineuse*, parce qu'elle a été découverte à l'aide de la gomme copal, de l'ambre, & de la cire d'Espagne.

§. 526. Lorsqu'un Corps a reçu l'électricité vitrée, il est attiré par tous les autres Corps, qui ont l'électricité résineuse, mais il est repoussé par tous ceux qui sont doués de l'électricité vitrée.

§. 527. Un Corps qui se trouve sans aucune électricité, peut recevoir les deux sortes d'électricité, non pas en même temps, mais l'une après l'autre, lorsqu'on en approche un Corps qui a beaucoup de l'une ou de l'autre sorte d'électricité: de sorte qu'on ne sçauroit connoître par-là, à quelle sorte d'électricité un Corps peut être rapporté; mais il faut pour le découvrir, exciter dans le Corps même sa propre électricité en le frottant, & ensuite l'approcher de l'ambre ou du verre, qui ayent aussi leur électricité, alors il sera attiré par l'un & repoussé par l'autre, & c'est par cette répulsion que l'on pourra juger, à quelle sorte d'électricité il doit être rapporté.

On peut employer pour cet effet diverses Méthodes. La meilleure est, de faire une aiguille de verre, semblable à une aiguille de Boussole, & de la faire tourner sur un long pivot de verre: il doit y avoir à l'une des deux extrémités de cette aiguille une petite boule creuse de Métal, & à l'autre extrémité un contrepoids de verre. Lorsque tout cela est bien sec, il faut communiquer l'électricité à la boulette par le moyen du tube de verre, & alors cette boulette sera attirée par tous les Corps, qui ont l'électricité résineuse. Mais si l'on veut communiquer l'électricité résineuse à la boulette, il faut faire l'aiguille, la boullette, & le contrepoids avec de la cire d'Espagne.

§. 528. Lorsqu'on a communiqué l'électricité à un petit morceau de

feuille d'or par le moyen d'un morceau d'ambre ou de gomme copal, ce qui fait que la feuille d'or s'envole de l'ambre & se tient suspenduë dans l'air, & qu'on approche ensuite de l'ambre un autre morceau de cire d'Espagne ou d'ambre, qui soit aussi électrique, alors la petite feuille d'or s'éloignera du prémier morceau d'ambre; mais dès qu'on lui présentera un tube de verre, elle s'approchera plus près de l'ambre, de la maniere que nous avons dit ci-dessus que cela arrivoit avec le tube de verre.

Nous nous sommes contentés jusqu'à présent de faire l'énumeration des principaux phénoménes des Corps électriques; mais nous n'avons encore rien dit de la cause de l'électricité, ni de la maniere dont elle agit. Ce seroit ici où nous dévrions le faire, afin d'avoir une idée claire de ce qui précéde. Oh que ne puissions-nous le faire! La prudence nous apprend, que nous ne devons pas trop nous précipiter; cette matiere est encore quelque chose de nouveau, on ne fait que commencer à la traiter, il est besoin d'une infinité de recherches & de découvertes, avant qu'on soit en état de pouvoir tout démontrer mathématiquement, comme je le ferai voir tout-à-l'heure. Il paroît par ces découvertes & ces phénoménes tout-à-fait surprenans, qu'il faut s'en tenir aux expériences, si l'on veut faire des progrès dans la Physique, & connoître les proprietés des Corps. Si l'on fait chaque année autant de progrès, qu'on en a fait en peu de temps par la diligence & la grande application de Messieurs Gray & Du Fay, on ne tardera pas d'étre sur le point de découvrir le secret de l'électricité.

§. 529. Lorsqu'on éxamine attentivement toutes ces Expériences, on peut demander d'abord, si les écoulemens électriques des Corps ne sont composés que du feu commun, ou des parties mêmes des Corps, accompagnées de feu; ou si c'est un feu d'une autre nature; ou bien si les parties des Corps, qui s'en dissipent lorsqu'on les frotte, deviennent si déliées, qu'elles se changent elles-mêmes en feu ou en lumiere; & en cas que ces écoulemens électriques ne soient pas du feu, si ils pourroient faire paroître ou avoir leur force sans feu. Je doute fort qu'on puisse jusqu'à présent rien décider de certain sur toutes ces questions.

Il semble du premier abord, que soit que ces écoulemens puissent être du feu ou quelque autre chose, ils n'ont cependant que peu ou point du tout de force sans feu, puisqu'ils sont dissipés par tout ce qui est capable d'éteindre le feu. Car 1°. lorsqu'on frotte un tube de verre avec une main humide ou suante, quelque effort que l'on fasse, on n'excitera jamais en lui que peu ou point d'électricité. 2°. Les expériences qui concernent l'électricité, ne réüssissent pas non plus dans un temps humide, ni dans une chambre remplie des exhalaisons humides des Spectateurs, & elles ont moins de succès en Hyver qu'en Eté. 3°. Si on verse de l'eau dans le tube de verre, on ne produira presque point d'électricité dans ce tube. 4°. Lorsqu'on a bien frotté un morceau d'ambre, & qu'on l'a rendu fort électrique, il perdra son électricité, dès qu'on aura seulement soufflé

dessus

dessus avec son haleine humide. Mais voici une difficulté qui se présente, sçavoir comment il a pu arriver, que les écoulemens électriques ayent coulé le long d'une corde longue de 1265 pieds, sans être pourtant dissipés sur le champ ? Et pourquoi ils agissent aussi plus fortement sur des rubans de soye humides, que sur ceux qui sont secs ? On remarque néanmoins, qu'il y a du feu ou de la lumiere dans toutes les Expériences, que l'on fait sur l'électricité, car le tube de verre, les rubans, le papier, le cuir, le parchemin, &c. passés ou frottés fortement entre les doigts, jusqu'à ce qu'ils donnent du feu ou de la lumiere, deviennent électriques.

Mais si l'électricité ne dépendoit que du feu, on ne voit pas pourquoi les Métaux étant rendus chauds & frottés, ne deviennent pas aussi électriques : on ne peut pas dire, qu'ils manquent d'élasticité ou de tremoussement des parties, qui sont produits par le frottement. Le tube de verre frotté ne se trouve pas non plus refroidi, après qu'on a porté le doigt tout le long de ce tube, & cela à une certaine distance ou sans le toucher, ce qui n'empêche cependant pas qu'il n'ait perdu son électricité. C'est aussi pour cela qu'un Corps, que l'on se contenteroit de faire chauffer au feu, ne seroit pas électrique, mais il faut encore qu'on le frotte après avoir été chauffé. On voit que jusqu'à présent nous ne sommes pas encore au fait de tout cela.

§. 530. Il paroît qu'il y a deux sortes d'électricité, dont l'une est la Vitrée, & l'autre la Résineuse. Mais en quoi consiste leur différence ? Est-ce dans la finesse, dans le mouvement des écoulemens, ou parce qu'il entre une plus grande diversité de parties dans le concours de l'une, que dans celui de l'autre ? Quelle est la finesse de chacune de ces parties ? Tout cela nous est encore inconnu.

§. 531. Nous voyons bien qu'il sort certains écoulemens des Corps électriques, mais comment tournent-ils autour des Corps ? Tournent-ils autour d'eux comme font les tourbillons, ou se meuvent-ils de quelque autre maniere. Il paroît vraisemblable, qu'ils ont la forme des tourbillons. 1°. Parce que de petits grumeaux de noir de lampe, étant attirés par le tube de verre, tournent autour de lui comme si ils étoient tombés dans un tourbillon. 2°. Parce que la vertu électrique tourne autour des Corps, car dès qu'elle a quitté le tube de verre, elle s'étend autour d'une corde à la distance d'un pied. 3°. Parce qu'on commenceroit alors à concevoir, pourquoi une petite plume de Duvet, ou un petit morceau de feuille d'or, qui est repoussé par le tube & qui a reçu une vertu électrique, laquelle on supposeroit consister dans un tourbillon de ces écoulemens qui tourneroient autour de ces petits Corps ; on commenceroit, dis-je, à concevoir, pourquoi ces Corps pourroient être repoussés & chassés dans l'air, puisque ces tourbillons ne peuvent se joindre ni se réünir, en faisant chacun leur révolution l'un l'autre.

Quelque vraisemblable que cela soit jusqu'à présent, il reste toujours cette difficulté : Pourquoi les tourbillons de deux Corps, qui ont l'électricité

tricité vitrée, se repoussent reciproquement, au-lieu qu'ils s'attirent l'un l'autre, lorsque l'électricité résineuse se trouve dans l'un de ces Corps, & que l'autre posséde l'électricité vitrée? Car le mouvement des tourbillons ne peut être autre chose, qu'un mouvement circulaire autour d'un Axe.

§. 532. Comment est-ce que ces écoulemens électriques reçoivent leur mouvement autour du Corps sous la forme d'un tourbillon? Seroit-ce le frottement qui se fait sur un Corps rude, ou avec un tel Corps, qui produiroit un trémoussement dans le Corps électrique, & seroit-ce ce trémoussement qui fait sortir ces écoulemens ou ce feu, & qui leur fait avoir un mouvement circulaire, tandis que le feu seul n'est pas suffisant pour produire du trémoussement dans les parties du Corps? Comment est-ce que les parties du tourbillon, lesquelles accompagnent le Corps qui est repoussé, peuvent être comme séparées? Quelle est la cause qui fait avancer les tourbillons le long d'une corde, qui a 1265 pieds de longueur? Sort-il du tube autant de parties, qu'il y en a qui entourent ensemble toute la longueur de cette corde d'un bout à l'autre? Quelle est la vîtesse de ces parties lorsqu'elles s'avancent en droite ligne? Pourquoi les Corps, qui ont d'eux-mêmes le plus d'électricité, quelque solides & quelque denses qu'ils puissent être, laissent-ils passer plus facilement les écoulemens électriques des autres Corps, lesquels ne veulent pas passer à travers les Corps qui sont d'eux-mêmes moins électriques, quelques poreux qu'ils puissent être, & pourquoi cela est-il commun aux deux sortes d'électricité? Nous ne pouvons rien répondre sur toutes ces questions, il faudra de nécessité examiner tout cela à l'aide d'un grand nombre d'expériences, qui soient faites tout exprès, pour satisfaire à ces demandes : parmi les recherches que l'on fera à ce sujet, il se découvrira encore sans doute un grand nombre d'autres mystéres, ausquels on n'a pu penser.

CHAPITRE XVIII.

De la Vertu Attractive des Corps.

§. 533. LORSQUE nous voyons deux Corps libres, éloignés l'un de l'autre, s'approcher mutuellement, sans que l'on apperçoive aucune cause, ou que l'on puisse soupçonner qu'il y en ait aucune, qui agisse sur eux extérieurement, & qui les pousse l'un vers l'autre, on donne à ce phénomène le nom d'*Attraction*, & la vertu qui le produit, est connuë sous le nom de *Vertu Attractive*. Lorsque deux Corps libres & détachés, venant à être posés l'un sur l'autre, tiennent ensemble plus fortement que si ils étoient simplement pressés par leur propre poids, sans que l'on puisse remarquer aucune cause qui agisse sur eux, & qui produise

produise cette adhérence, on donne aussi à ce phénomène le même nom que nous venons de donner au phénomène précédent.

§. 534. Le sens de ces termes, *tirer*, *attirer*, est fort impropre. En effet, le Corps que je nomme A, est proprement tiré vers le Corps B, lorsque A est lié ou attaché avec B à l'aide d'une corde, d'une courroye, ou d'un bâton. C'est de cette maniere qu'un cheval tire un chariot, ou une barque de trait : nous ne laisserons pourtant pas de nous servir de ce terme dans ce sens impropre, suivant la définition que nous en avons donnée au §. 533. Si quelqu'un se trouve choqué du terme d'*Attraction*, il lui est permis d'en employer un autre, comme ceux de *Jonction mutuelle*, *Adhérence*, de *Cohésion* ou quelqu'autre semblable, par lesquels il se contente de marquer les mêmes phénomènes, dont nous traiterons; car il y a plus que de l'extravagance à disputer des mots; nous ne nous servons de ce terme, que parce qu'il est en usage dans la Philosophie.

§. 535. Les observations nous ont appris, qu'il y a divers cas ou les Corps s'approchent les uns des autres, quoiqu'on ne puisse pas découvrir en aucune maniere, qu'il y ait quelque cause qui agisse extérieurement & qui les presse pour les mettre en mouvement. Ainsi quiconque attribue un semblable mouvement des Corps à quelque pression ou impulsion externe, suppose un peu trop legérement cette cause, sans sçavoir si elle est en effet la véritable cause d'un tel mouvement; & par consequent il attribue cet effet à une cause qui lui est inconnuë. C'est à notre avis se déclarer trop à la legére; nous pensons, qu'on ne doit adopter aucune cause, avant que d'avoir découvert quelle est la véritable. Lors donc que nous voyons, que deux Corps s'approchent mutuellement, & que nous trouvons après une recherche éxacte, que ces Corps sont portés ou poussés l'un vers l'autre par une cause externe, nous ne dirons plus alors qu'ils s'attirent réciproquement, mais qu'ils sont pressés ou poussés. Par consequent celui qui prétend, que l'*Attraction* & sa vertu doivent être bannies de la Philosophie, ne peut se dispenser de faire voir auparavant, que toutes les fois que deux Corps s'approchent mutuellement, ils sont toujours pressés ou poussés l'un vers l'autre à l'aide de certaines causes qui agissent sur eux extérieurement. Or ce n'est pas par une simple supposition qu'il doit reconnoître une telle impulsion pour cause du mouvement, & tâcher de nous la faire adopter; car nous ne nous laissons plus tromper ni dupper de cette maniere; mais il doit nous démontrer par de bonnes preuves & des observations éxactes, qu'une telle cause est véritablement celle qui produit l'effet en question. Nous sommes entierement disposés à reconnoître cette cause, pourvu qu'on nous fasse voir, que c'est elle qui agit en effet dans le cas proposé, puisque nous recherchons uniquement la vérité avec toute l'éxactitude possible, & que nous n'avons pas honte de nous rétracter, lorsque nous sommes tombés dans l'erreur. Mais personne ne peut trouver mauvais, que nous ne regardions pas la pression extérieure comme cause, aussi long-temps qu'elle ne nous est pas démontrée, & que nous nous servions en attendant du terme

d'*Attraction* & de celui de *Vertu attractive.* Il paroît par conſequent, que ceux-là ſe rendent ridicules, qui ne parlent de la vertu attractive que pour s'en moquer ; car ils font voir par-là, qu'ils ignorent la cauſe de l'embarras où ils ſe trouvent, & qu'ils ne ſçavent pas ce que l'on doit démontrer : ou bien, qu'ils ne voyent pas lieu de pouvoir indiquer une cauſe qui agiſſe extérieurement.

§. 536. C'eſt une choſe certaine, que les Corps ne ſçauroient s'approcher mutuellement, à moins qu'il n'y ait un principe actif qui puiſſe donner le mouvement ; ce principe doit être néceſſairement ou externe ou interne. Or nous n'en connoiſſons aucun dans pluſieurs occaſions qui ſoit externe, il faut donc qu'il y ait dans ces cas un principe interne : ceci n'eſt certainement pas impoſſible ; car ſi Dieu, dont la toute-puiſſance eſt infinie, a voulu mettre au-dedans des Corps un tel principe, à l'aide duquel ils tendiſſent continuellement à s'approcher les uns des autres, il eſt hors de doute qu'il a pu le faire. C'eſt à nous à rechercher ce principe, & à voir, ſi les Corps produiſent de tels effets, par leſquels on doive conclure, qu'il éxiſte ; car nous ne pouvons apprendre cela qu'à l'aide des phénomènes, de la même maniere que nous parvenons à la connoiſſance de toutes les proprietés communes & particulieres des Corps, par le moyen des obſervations & des expériences.

Il n'eſt pas non plus impoſſible, que le Créateur ait mis dans les Corps un plus grand nombre de ſemblables principes, qui agiſſent ſuivant diverſes proportions, ſelon les différentes diſtances des Corps. Lorſque nous faiſons attention aux phénomènes, nous parvenons ſans peine à la connoiſſance de ces principes internes, qui ſont la cauſe de la peſanteur & de l'attraction. C'eſt à l'aide de ces mêmes principes que les Corps tendent à s'approcher mutuellement, qu'ils ſe portent les uns vers les autres, & qu'en ſe touchant réciproquement ils tiennent les uns aux autres, comme s'ils étoient preſſés par quelque puiſſance externe. Il ne nous eſt pas poſſible de faire appercevoir ces principes, car ils ſont placés dans l'intérieur des Corps, dans leſquels on ne ſçauroit les voir. Nous ne pouvons donc dire de quelle maniere ils y ſont, comment ils y tiennent, ou ſous quelle forme ils s'y trouvent ; c'eſt une choſe qui nous ſera toujours cachée ; de ſorte que nous pouvons ſeulement conclure par leurs effets, qu'ils doivent y être. Mais voici une difficulté qu'on propoſe contre ce ſentiment. Il n'eſt pas poſſible, dit-on, de concevoir que deux Corps, qui ne ſe touchent pas, puiſſent agir l'un ſur l'autre. Je veux bien l'avouer, nous ne le concevons pas en effet ; mais nous ne pouvons pas non plus comprendre, comment deux Corps, qui ſe rencontrent, agiſſent réciproquement l'un ſur l'autre, comment ils excitent une certaine force, ou de quelle maniere ils la communiquent, ni enfin quelle eſt la forme de cette force. Cependant nous ſçavons, ſans pouvoir en douter, que les Corps, qui ſont en mouvement, agiſſent réciproquement les uns ſur les autres, & qu'il ſe trouve en eux une certaine force. Mais comment ſçavons nous cela ? Nous ne le ſçavons

que

que par le moyen des effets, que produisent les Corps, & que nous observons. Il en est aussi de même à l'égard du principe de l'attraction, à la connoissance duquel nous ne parvenons qu'à l'aide des phénomènes. Il y a en effet plusieurs cas, dans lesquels nous remarquons ces phénomènes, lorsque deux Corps s'approchent réciproquement sans le concours d'un troisiéme, qui les mette en mouvement : je dis, sans le concours d'un troisiéme, parce qu'aucun de nos sens ne fait appercevoir ce troisiéme Corps. Pour répondre directement à l'objection proposée, je me contenterai de demander, s'il est impossible que les Corps agissent les uns sur les autres sans se toucher mutuellement, ou s'il y a en cela de l'absurdité ? Ou bien, si la chose n'a pu être établie de cette maniere par la toute-puissance de Dieu ? Et en cas qu'on prétende, que cela n'a pu se faire de la sorte, c'est à nos Adversaires à le démontrer.

Il se peut que toutes les attractions ne se ressemblent pas, & que quelques-unes dépendent de certaines causes particulieres, dont nous n'avons pu nous former jusqu'à présent aucune idée, parce que nous n'avons pas assez d'observations bien éxactes, ou parce que les phénomènes sont si peu sensibles qu'ils échappent à nos sens. Ceux qui viendront après nous découvriront peut-être ces diverses sortes de phénomènes, lorsqu'on cultivera la Philosophie expérimentale avec plus de zéle & plus d'ardeur ; c'est pourquoi nous devons rencontrer un grand nombre de phénomènes, qu'ils nous est impossible de bien expliquer ou de démontrer, avant que ces causes ayent été découvertes. Quant au mot d'*Attraction*, ce n'est qu'un terme, dont on peut se servir, jusqu'à ce qu'on ait découvert & démontré clairement les causes, & que nous ne mettrons en usage que pour exprimer ces phénomènes particuliers.

§. 537. Nous remarquons cependant, que les petites parties de tous les Corps solides s'attirent mutuellement, qu'elles tiennent les unes aux autres à l'aide de cette vertu attractive, & qu'elles forment de plus grosses masses. En effet, l'adhérence de ces parties ne dépend pas de la pression de l'air grossier extérieur, puisqu'elles ne sont pas moins adhérentes dans le vuide ; elle ne dépend pas non plus de quelqu'autre liquide qui nous soit connu, ni de l'air subtil qui n'éxiste pas, comme nous l'avons déja dit, ni enfin du simple repos des parties, comme Descartes l'a prétendu, car le repos pris en lui-même n'a absolument aucune force.

§. 538. Toutes les parties des liquides s'attirent aussi mutuellement, comme il paroît par leur ténacité, & par la rondeur de leurs goutes : j'en excepte l'air, le feu, & la lumiere, que je n'ai jamais vu sous la forme de goutes. Cette ténacité demeure la même, soit qu'on mette les liquides dans le vuide, ou ailleurs. Tous les liquides, comme l'Eau, les Esprits, & le Mercure, se forment aussi en goutes dans le vuide, lorsqu'on les secoue ; de sorte que cette ténacité ne dépend pas d'une pression qui agit extérieurement, mais elle est causée par la vertu attractive des parties, qui les tient jointes ensemble. De-plus les liquides attirent tous les

Corps

Corps ſolides, & ceux-ci attirent auſſi les liquides; d'où il paroît, que la vertu attractive ſe trouve par tout, car nous venons de faire voir, qu'elle agit dans les Corps ſolides & dans ceux qui ſont liquides.

§. 539. Si l'on veut voir encore la vertu attractive des Corps ſolides confirmée par d'autres expériences, il faut prendre deux glaces de miroir, bien unies & polies, fort nettes & bien ſéches. Qu'on les mette l'une ſur l'autre, & on trouvera alors, qu'elles tiennent enſemble avec beaucoup de force, en ſorte qu'il n'eſt pas poſſible de les ſéparer l'une de l'autre qu'avec peine. On peut faire cela dans le vuide où la même choſe arrive; autrement on pourroit croire, que cela dépend de la preſſion de l'air ſur ces miroirs. Lorſqu'on veut augmenter cette vertu attractive, il faut auparavant preſſer avec force ces glaces de miroir l'une ſur l'autre. Monſieur Deſaguliers prit deux boules de criſtal, qui ſe touchoient réciproquement en une ſurface ronde, qui avoit pour diamétre la $\frac{1}{10}$ partie d'un pouce, & les ayant un peu preſſées l'une ſur l'autre, elles ſe collerent enſemble avec une force de 19 onces. Lorſqu'on retranche une petite portion des bales de plomb, en ſorte que leurs ſurfaces deviennent unies en cet endroit, & qu'on les preſſe enſuite l'une contre l'autre avec la main, en leur faiſant faire en même temps la quatriéme partie d'un tour, on remarquera que ces bales tiendront enſemble avec une force de 40 ou 50 ℔. Si l'on prend ſeulement deux autres Corps, dont les ſurfaces ſoient fort polies & fort plattes, comme de l'argent, du cuivre, du cuivre jaune, du fer, de l'étaim, du plomb, & qu'on les mette les uns ſur les autres après les avoir bien fait ſécher; on trouvera d'abord qu'ils s'attirent mutuellement avec quelque force, & qu'ils ſe collent.

§. 540. Les Corps s'attirent réciproquement non ſeulement lorſqu'ils ſe touchent, mais auſſi lorſqu'ils ſont à quelque diſtance les uns des autres; car mettez çà & là entre les deux glaces de miroir, dont nous venons de parler, un fil de ſoye fort fin, tel qu'il a été filé par les vers à ſoye: alors ces deux glaces ne pourront pas ſe toucher, mais elles ſeront éloignées l'une de l'autre de l'épaiſſeur de ce fil; cependant on ne laiſſera pas de trouver, que ces glaces de miroir s'attirent mutuellement, quoiqu'avec moins de force, que lorſqu'il n'y avoit rien entr'elles. Tordez alors deux fils enſemble, en ſorte qu'ils n'en faſſent qu'un ſeul, & mettez ce fil double çà & là entre les deux glaces: Tordez enſuite trois fils enſemble, & enfin quatre pour n'en faire qu'un, que vous pourrez auſſi placer entre les glaces de miroir, & vous verrez que la vertu attractive de ces glaces eſt d'autant moins forte, qu'elles ſont plus éloignées l'une de l'autre. On peut faire ces expériences par l'attouchement, mais beaucoup mieux à l'aide d'une balance, à laquelle un des miroirs eſt attaché avec quatre cordes, collées par-deſſus le miroir avec de la poix ou du ciment, tandis que l'autre miroir eſt poſé horiſontalement ſur une table. On peut auſſi faire voir d'une maniere bien ſenſible cette même vertu attractive par une expérience, que Monſieur Newton a faite:

Que

Que A S B soit un Corps opaque, finissant en pointe, fait de métal, de pierre, ou même de verre. Si des rayons de lumiere paralléles passent tout près de la pointe ou du tranchant dans une chambre obscure; alors le rayon qui se trouvera tout près de la pointe, comme d l s, sera attiré avec beaucoup de force, & après s'être détourné de son chemin, il en prendra un autre, s l d. Le rayon e m t, qui est un peu plus éloigné de la pointe, sera aussi attiré, mais moins que le précédent; & ainsi il s'écartera moins de son chemin pour se jetter dans un autre, t m e. Le rayon, f n u, qui est encore plus éloigné, sera aussi moins attiré, c'est pourquoi il conservera davantage sa premiere route, & décrira, u n f. Enfin le rayon, g o x, qui se trouve le plus éloigné, sera moins attiré que tous les autres par la pointe, & prendra la route, x o g. Pl. IX. Fig. 2.

§. 541. Par consequent si les Corps, qui s'attirent mutuellement, s'approchent les uns des autres, ils se mouvront alors avec un mouvement accéléré, jusqu'à ce qu'ils se touchent réciproquement.

Supposons en effet que le Corps A soit attiré vers B, & qu'il s'avance jusqu'à C, alors le premier, quittant l'état de repos où il étoit, commencera à se mouvoir avec une petite vîtesse; de même aussi le Corps B, venant à quitter son repos, sera porté avec une petite vîtesse par la vertu attractive jusques en E; mais comme cette vertu ne cesse d'agir, & qu'elle agit en effet comme font les pressions, il faut de nécessité que la vîtesse augmente continuellement dans ces Corps, quand même la vertu attractive resteroit toujours la même dans toutes les distances; car la premiere vîtesse reçuë augmente par la vertu suivante, qui agit aussi, & qui produit une nouvelle vîtesse. Or la vertu attractive augmente dans les distances moins éloignées; de sorte que quand les Corps sont parvenus en C & E, ils s'attirent mutuellement avec plus de force qu'auparavant, d'où il arrive que la vîtesse du Corps A doit encore augmenter davantage, lorsqu'il passe de C vers D; de même que la vîtesse de B, lorsqu'il s'avance de E vers D; ainsi lorsque ces deux Corps se rencontrent en D, ils sont alors portés l'un vers l'autre avec une vîtesse accélérée. Pl. IX. Fig. 3.

§. 542. C'est ici le lieu de traiter de cette fameuse pierre, à laquelle on donne le nom d'*Aiman*, parce qu'elle est douée d'une grande vertu attractive, qui se trouve accompagnée d'effets surprenans, & qu'elle mérite une attention toute particuliere, à cause des grands avantages que nous en retirons pour la navigation. On trouve cette pierre dans plusieurs Regions de notre Globe, presque par-tout où il y a des Mines de Fer. Elle est composée de pierre, d'Huile, de Sel, de Fer, ou de la Matrice du Fer. Cette Pierre, entant que Pierre, n'a pas la Vertu de l'Aiman; mais cette Vertu réside dans le Fer, l'Huile & le Sel qui s'y trouvent, & qui sont dispersés dans toutes ses parties. C'est pour cela que l'on trouve que le Fer se change en Aiman, après être resté dans la même place sans se mouvoir pendant un grand nombre d'années, & sans

avoir été rongé par la Rouille ; mais parce que le Fer a une plus grande pesanteur spécifique que la Pierre, cette sorte de Fer, changé en Aiman, est plus pesant que la Pierre ; il devient cependant d'une certaine pesanteur, qui lui est particuliere, & qui est moindre que celle du Fer, étant un peu gonflé & comme boursoufflé : il est aussi beaucoup plus dur, que n'étoit auparavant le Fer tout recemment forgé. On peut trouver de semblables Pierres d'Aiman, & qui sont même excellentes, dans toutes les vieilles Eglises, les Tours, & autres Bâtimens, pourvu qu'on conserve seulement avec soin le Fer, qui se trouve dans les murailles bâties depuis long-temps, & qu'on aille ensuite examiner la Vertu qu'il a. J'ai trouvé à Utrecht, dans de vieilles Eglises & des Tours, divers morceaux de Fer, qui étoient douées de la Vertu magnétique, & je garde un petit morceau de Fer, qui a beaucoup de Vertu, & qui a été trouvé sur la vieille Eglise de Delft, où il étoit depuis bien 200 ans. Monsieur du Fay (*a*) a remarqué sur cela quelque autre chose, qui mérite encore plus d'attention. On voit sur une Tour de Marseille une grosse Cloche, laquelle se meut sur une grosse Barre de Fer, qui tourne des deux côtés dans une pierre mollasse : cette Barre est posée de niveau, & s'étend d'orient en occident, & autant qu'on peut s'en assurer par certaines remarques, tout cela doit avoir éxisté de cette maniere il y a 420 ans : il s'est amassé, aux deux extrémités de cette Barre & de cette pierre, une espece de rouille épaisse, composée des particules qui se sont détachées de la pierre & du fer, & de l'huile avec laquelle on a graissé la barre, à quoi se sera aussi attaché le sel volatil repandu dans l'air : il s'est formé de tout cela une masse, qui étant tombée de la pierre, posséde une grande vertu magnétique, distribuée dans toutes ses parties : car un petit morceau de la pesanteur de 3 $\frac{1}{2}$ dragmes, suspendu à un fer, tire avec tant de force, qu'il y demeure attaché, ce qui arrive quoiqu'il ne soit pas armé. Lorsqu'on le casse on remarque qu'il est fait en-dedans comme une pierre d'Aiman de la Chine : il a des particules luisantes, & il est comme composé de petites lames, posées les unes sur les autres ; du reste il est aussi dur que l'Aiman commun, & ressemble en dehors à de la rouille commune.

§. 543. L'Aiman a ordinairement deux endroits, directement opposés l'un à l'autre, que l'on appelle les Poles de l'Aiman, un Austral ou Méridional, un autre Boréal ou Septentrional, parce que le Pole Méridional regarde le Midi, & que le Pole Septentrional est tourné du côté du Septentrion. Ce sont ces Poles qui ont la plus forte vertu attractive.

§. 544. Lorsqu'on pose deux Aimans l'un contre l'autre, en sorte que le Pole Septentrional de l'un soit tourné directement à l'opposite du Pole Méridional de l'autre, alors ces deux Poles s'attireront mutuellement ; & en cas que ces deux Aimans soient tellement libres, qu'ils puissent se mouvoir facilement, ils s'approcheront & s'uniront. On peut voir cela dans deux Aimans, qui sont portés sur de petits Vaisseaux de bois creux dans

(*a*) *Hist. de l'Acad. Roy.* année 1731.

dans une Cuve, où il y ait de l'eau, car étant placés de telle maniere, que les deux Poles précédens se regardent réciproquement, ils nageront alors l'un vers l'autre. Cela se remarque encore mieux, lorsqu'on suspend un Aiman à une corde, attachée à une Balance, en sorte que l'Axe de l'Aiman soit posé perpendiculairement en-bas : si donc on lui fait garder l'équilibre en mettant un poids dans l'autre Bassin, & que l'on tienne alors sous son Pole Méridional, le Pole Septentrional d'un autre Aiman, on verra, que celui qui est suspendu descend, comme si il étoit devenu plus pesant, & qu'il s'approche en même temps de l'autre Aiman : Si l'on présente au contraire à quelque distance au-dessus de son Pole Septentrional, le Pole Méridional d'un second Aiman, celui qui est suspendu deviendra alors comme plus leger, & s'approchera, en montant, de l'autre Aiman.

§. 545. Plus deux Aimans sont proche l'un de l'autre, plus ils s'attirent réciproquement. Je me suis donné beaucoup de peine, pour sçavoir avec quelle force deux Aimans agissent l'un sur l'autre dans des distances différentes, ou si je pourrois trouver quelque proportion entre l'Attraction & les distances. Pour en être bien assuré, je pris deux Aimans ronds, ce qui me donna le moyen d'avoir les Poles perpendiculaires, en sorte que les Axes des deux Aimans ne faisoient qu'une ligne droite, & agissoient par-là directement l'un sur l'autre, sans être empêchés par l'action des parties latérales.

Je suspendis, par le moyen d'une longue corde, un de ces Aimans à une Balance bien nette, faisant ensorte que l'Axe se trouvât perpendiculaire à l'horison : l'autre Aiman étoit fixe sur la table, mais ayant son Axe posé de la même maniere, ce qui faisoit, que les deux Axes de ces Aimans étoient dans la même ligne droite. J'ai exposé dans la Table suivante, quelle est la Vertu attractive des quatre Poles de ces deux Aimans: je dis de ces deux, car cette Vertu est différente dans la plûpart des Aimans; c'est pourquoi on trouvera, dans les mémes distances que nous marquons ici, de tout autres Vertus attractives, lorsqu'on se servira d'autres Aimans.

Le Diamétre d'un de ces Aimans étoit de 6, 5. pouces, & le Diamétre de l'autre étoit de 1, 5. pouces.

Diſtance des Aimans en lignes	Vertu attractive en grains.		Vertu attractive des autres Poles.
70	1. 25	54	1. 75
54	3. 25	50	2. 25
45	3	45	2. 75
28	9	28	9
21	12	21	12
12	23	12	26
11	23. 50	11	28
10	26. 25	10	31
9	29	9	34
8	30. 75	8	36
7	33	7	39
6	38. 5	6	44
5	43. 5	5	48
4	50. 5	4	59
3	62	3	68
2	79	2	89
1	140	1	132
0	340	0	310

J'ai réïtéré ces Expériences avec deux morceaux de Fer, changés en Aimans ſur la Tour de Delft.

Diſtance en lignes.	Vertu attractive en grains.	Diſtance en lignes.	Vertu attractive en grains.
12	5. 5	6	19
11	6. 5	5	23
10	7. 5	4	29
9	9. 5	3	38
8	11	2	53
7	14	1	78
		0	145

§. 546. Comme ces Aimans ſont des Sphéres de diverſes grandeurs, il n'eſt pas facile de ſupputer les eſpaces, qui ſe trouvent entre leurs Tangentes à différentes diſtances, leſquelles ſont des Cones tronqués qui changent continuellement. C'eſt pour éviter cet inconvenient que je me ſuis enſuite déterminé à prendre une Boule de Fer & un Aiman Sphérique de même grandeur, ayant chacun un diamétre de 0, 95 d'un pouce, & je trouvai alors l'Attraction ſuivante.

Diſtance

Distance en lignes.	Attraction.
8	1 +
7	2
6	$3\frac{1}{4}$
5	6

Distance en lignes.	Attraction en grains.
4	9
3	16
2	29
1	64

§. 547. Si l'on fait bien attention à ces Expériences, on trouvera que les forces attractives sont en raison quadruplée inverse des espaces creux, qui sont entre les Sphéres. Si on conçoit les Sphéres dans un Cilindre, où elles s'ajustent, & qu'on les place à différentes distances les unes des autres, on aura les espaces creux dont il est ici question : c'est ce que je vais prouver en peu de mots. Qu'on nomme le demi-Diamétre de la Sphére r, la circonference c, alors la surface du Cerle est $\frac{cr}{2}$, & la Sphére entiére est $\frac{2}{3}crr$; qui étant ôtée du Cilindre crr, laisse la cavité $\frac{1}{3}crr$, laquelle est égale à celle qui est contenue entre les deux demi-Sphéres qui se touchent, & qui reste toujours la même; mais, si on sépare les Sphéres, on a encore de plus une cavité cilindrique, qui doit être ajoutée à la précédente. Si on nomme a la distance des deux Sphéres, un Cilindre à la cette hauteur sera $= \frac{cr}{2} \times a$, & si la hauteur du Cilindre est de $2\,a$, il sera $= \frac{cr}{2} \times 2\,a$, & si cette hauteur est de $3\,a$, on aura un Cilindre $= \frac{cr}{2} \times 3\,a$, &c. Les espaces creux entre les Sphéres à deux distances & à une distance seront $\frac{1}{3}crr \times acr$, & $\frac{1}{3}crr \times \frac{acr}{2}$; &, si l'on divise ces quantités par $\frac{cr}{2}$, elles seront entr'elles comme $\frac{2}{3}r \times 2\,a$, à $\frac{2}{3}r \times a$. Les forces attractives doivent donc être en raison quadruplée inverse de ces quantités. Comme la force à la distance d'une ligne est de 64 grains, on fait cette proportion $\overline{\frac{2}{3}r \times 2\,a}^4$ $\overline{\frac{2r}{3} \times a}^4$: : 64. à x. Le demi diamétre de l'Aiman est $= r = \frac{95}{2}$ d'un pouce, de sorte que $\frac{2}{3}r$ est $= \frac{19}{60}$, & a est $\frac{1}{12}$ d'un pouce. C'est pourquoi les nombres seront

$\overline{29}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,	à	30
$\overline{34}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,		16
$\overline{39}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,		9
$\overline{44}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,		6
$\overline{49}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,		$3\frac{1}{4}$
$\overline{54}^4$	$\overline{24}^4$	: :	64,		2.
$\overline{59}^4$	24	: :	64,		1 +

à peu près, car il est inutile de joindre ici les Fractions.

On peut ſupputer tout cela fort facilement, en ſe ſervant des Logarithmes ; & on verra alors que ces nombres s'accordent parfaitement bien avec les Expériences.

§. 548. Si l'on préſente les deux Poles Méridionaux de deux Aimans l'un à l'autre, ou leurs Poles Septentrionaux ; ces deux Aimans ſe repouſſeront mutuellement, ils s'éloigneront & ſe fuiront ; & cela avec d'autant plus de force qu'ils ſeront plus près l'un de l'autre, & d'autant plus foiblement qu'ils ſe trouveront à une plus grande diſtance : ils s'attirent cependant quelquefois, lorſqu'ils ſe touchent réciproquement. Les deux Tables ſuivantes nous font voir quelle eſt la force répulſive des deux Poles.

Diſtance en lignes.	Force répulſive en grains.	Diſtance en lignes.	Force répulſive.
115 — — —	1	12 — — —	30
73 — — —	2	11 — — —	32
61 — — —	3, 5	10 — — —	32
48 — — —	6, 5	9 — — —	[illegible]
27 — — —	12	8 — — —	34

Diſtance en	Force répulſive en grains.	Diſtance en lignes.	Force répulſive.
16 — — —	17	7 — — —	36
12 — — —	24	6 — — —	36
10 — — —	24	5 — — —	34
7 — — —	25	4 — — —	32
6 — — —	25, 5	3 — — —	28
5 — — —	27, 5	2 — — —	27
4 — — —	29	1 — — —	25
0 — — —	40	0 — — —	13

§. 549. Pour mieux connoître encore la grande différence de ces forces répulſives, j'ai préſenté les Poles Méridionaux des deux morceaux de fer de Delft, l'un à l'autre, & voici quelles ſont les forces répulſives que j'y ai trouvées.

Diſtance des deux Aimans de Fer en lignes.	Force répulſive en grains	Diſtance des deux Aimans de Fer en lignes.	Force répulſive en grains.
12 — — —	3, 5	6 — — —	7, 5
11 — — —	4	5 — — —	7, 75
10 — — —	4, 25	4 — — —	8,
9 — — —	6, 75	3 — — —	10, 5
8 — — —	7	2 — — —	14, 5
7 — — —	7, 5	1 — — —	14
		0 — —	Attraction.

§. 550.

§. 550. Ces forces répulſives bien conſiderées font voir, qu'il n'y a aucune proportion conſtante entre leurs diſtances; & qu'elles ſont auſſi tantôt plus petites, tantôt plus grandes, à des diſtances moins éloignées. 2°. Les forces répulſives ſont moindres que les forces attractives 3°. J'ai appris par d'autres Expériences, que les forces répulſives s'étendent à une bien plus grande diſtance, que les forces attractives. 4°. De même que les deux Poles s'attirent mutuellement avec des forces inégales, ils ſe repouſſent auſſi l'un l'autre avec des forces inégales.

§. 551. Les deux Poles d'un Aiman attirent un morceau de fer, qui n'eſt pas aimanté, & même avec plus de force, qu'un Aiman de même peſanteur ne pourroit être attiré par un autre Aiman. Cependant le même Aiman n'attire pas également fort toute ſorte de fer; il ſe trouve auſſi une grande différence dans l'Attraction; ſuivant que le fer diffère ou en groſſeur, ou par ſa figure. Quant à ce qui regarde la maſſe, j'ai remarqué que l'Aiman attire avec plus de force un morceau de fer d'une grandeur déterminée, & qu'il attire avec moins de force un morceau plus grand ou plus petit, que le précédent.

§. 552. Un Aiman peut bien attirer le fer à l'aide de ſes Poles, mais il ne ſçauroit le faire avec beaucoup de force, parce que la Vertu magnétique de chaque Pole eſt diſtribuée dans tout ce côté de l'Aiman où ce Pole eſt ſitué. C'eſt pour cela qu'on a recherché avec beaucoup de ſoin, ſi il ne ſeroit pas poſſible de raſſembler toute la force, qui ſe trouve dans ce côté de l'Aiman, afin de l'avoir alors comme concentré; ou ſi on ne pourroit pas auſſi faire la même choſe à l'égard de la force qui eſt de l'autre côté du Pole de l'Aiman, & cela de telle maniere, que l'on fît agir en même-temps ces deux forces concentrées des deux Poles ſur un ſeul & même fer que l'on voudroit lever par ce moyen. Lorſque le Pole de l'Aiman ſe termine en pointe, ou que l'Aiman aboutit en pointe vers ſon Pole, de maniere cependant qu'il ſoit un peu large à ſon extrémité, on verra alors à cette pointe, ou dans cette petite largeur, toute la Vertu attractive que l'on peut attendre de ce Pole: Mais ſi le côté du Pole de l'Aiman eſt gros, alors ſa Vertu eſt trop diſperſée; c'eſt pourquoi on doit l'armer d'un morceau de fer, qui ſoit fait de telle maniere, qu'il puiſſe raſſembler dans un petit endroit toute la Vertu d'un des côtés de l'Aiman; & en pratiquant auſſi la meme choſe, à l'aide d'un autre morceau de fer, ſur l'autre côté du Pole, on appelle cela, *armer l'Aiman*, & on donne à ce fer le nom *d'Armure de l'Aiman.*

Il y a déja pluſieurs années qu'on a inventé l'Armure, divers Maîtres Ouvriers & Philoſophes l'ont faite de differentes manieres; mais c'eſt avec raiſon qu'on demande ici, *quelle eſt la meilleure maniere, avec laquelle l'Aiman attire le plus fortement, & leve le plus peſant fardeau.* Il n'eſt pas facile de réſoudre ce Problême. Je marquerai en peu de mots les progrès & les découvertes, que j'ai faites ici avec un habile Artiſte, Jacob Lommers, après avoir pris bien de la peine.

§. 553. Je commencerai par la figure, que l'on doit donner à l'Aiman.

Si

Si cet Aiman eſt une maſſe brute, il faut d'abord chercher où ſes Poles ſont ſitués, & marquer enſuite les endroits où ils ſe trouvent. On trouve les Poles, en tenant tout proche une aiguille de Bouſſole aimantée, & en cherchant les endroits qui attirent l'aiguille avec le plus de force vers l'Aiman : on les trouve auſſi à l'aide d'un petit morceau d'aiguille que l'on poſe ſur l'Aiman ; car ces poles ſont à l'endroit où ce petit morceau ſe tient debout. Après avoir trouvé ces Poles, on conçoit une ligne droite, qui paſſeroit par ces deux endroits ou Poles, & feroit l'Axe : On éxamine enſuite ſi, en donnant à l'Aiman deux côtés paralléles, qui ſeroient perpendiculaires à l'axe, ſi dis-je, il eſt plus à propos & plus facile de donner à l'Aiman la forme d'un cube, ou celle d'un Parallélépipede. Lorſqu'on s'eſt déterminé là-deſſus, on commence par ſcier les côtes de Poles avec une ſcie, comme font les Tailleurs de pierre, & après avoir éxaminé ſi ils ſont bien faits, & ſi ils ſe trouvent perpendiculaires à l'axe, on ſcie les morceaux inutiles & les coins, que l'on rejette : on polit enſuite l'aiman ſur une Pierre à aiguiſer avec de l'eau juſqu'à ce qu'on lui ait donné une figure réguliere. Il y a quelques Ouvriers qui arrondiſſent l'aiman par en-haut proche de ABC, en l'applatiſſant ſeulement ſur les deux cotés des Poles AD, CE, & par en-bas ſur DE : de plus ils lui laiſſent au-milieu comme un ventre, de ſorte qu'étant ſuſpendu debout, armé & enchaſſé, & coupé horiſontalement, il paroiſſe à l'endroit où il a été coupé ſous la figure de FGKMIH, FG & IM étant ſes deux côtés plats des Poles, & FHI, GKM ſes deux autres côtés ronds du ventre. Les Ouvriers font cela comme pour conduire la Vertu magnétique par cette legére rondeur vers les côtés des Poles. L'Expérience m'a appris que cela n'eſt pas bien fait, & que ſi on laiſſoit à l'Aiman ſes côtés plats, & qu'on lui donnât la figure d'un Parallélépipede, il attireroit avec plus de force ; car toute la Vertu, qui ſe trouvoit dans le morceau du côté FSH, eſt toute perduë lorſqu'on vient à le retrancher. On auroit pu auſſi renfermer ſuffiſamment toute la Vertu dans l'armure, en la faiſant ſeulement un peu plus large qu'on ne la peut faire lorſqu'on donne un ventre à l'aiman ; de ſorte qu'on perd ſa peine, & qu'on diminuë la Vertu magnétique en rendant ainſi l'aiman ventreux ſur les côtés, & en lui donnant une figure ronde par en-haut. C'eſt une choſe néceſſaire de bien applatir les deux côtés des Poles, & de les bien polir, afin de pouvoir y appliquer d'autant mieux l'armure. Pour cet effet on peut d'abord frotter ces côtés ſur une pierre platte avec du ſable & de l'eau, & les polir en ſuite ſur un morceau plat de glace de miroir avec de l'eau & la pierre de Jutlande rougie au feu. On pourra quelquefois rencontrer certains morceaux d'Aiman, auſquels il n'eſt pas poſſible de donner une figure réguliere ſans en perdre trop, on doit alors faire de ſon mieux pour les bien travailler, & leur donner autant qu'il eſt poſſible une figure réguliere ; il faut imiter en cela un Ingenieur, qui ayant une Place irréguliere à fortifier, en rend tous les Ouvrages réguliers, autant que cela ſe peut. Ce ſeroit trop nous étendre, que de vouloir donner ici des Régles ſur cet article : en voici une ſeule,

Pl. X. Fig. 1.

Pl. X. Fig. 2.

ſeule, qui eſt la principale de toutes. Il faut chercher à conſerver autant qu'il eſt poſſible la longueur de l'axe de l'aiman, car elle eſt de bien plus grande importance & contribuë beaucoup plus à la vertu de l'aiman, que ſa hauteur ou ſon épaiſſeur.

§. 554. Lorſqu'on a donné à l'aiman la figure qu'il doit avoir, il faut rechercher quelle eſt ſa Vertu, pour pouvoir régler ſur cela l'épaiſſeur de l'armure, car plus l'aiman a de force, plus auſſi l'armure doit être ordinairement épaiſſe. Pour cet effet, on met une barre de fer, platte & polie, ſur un des côtés des Poles, & on prend un anneau de fer auquel tient un petit baſſin avec quelques poids, que l'on tâche de ſuſpendre au bas de la barre, puiſque la Vertu magnétique pénetre d'abord & s'inſinue dans la barre de fer: ſelon que l'on peut mettre plus ou moins de poids dans ce petit baſſin, & qu'il peut être ſuſpendu à la barre plus ou moins près de l'aiman, la Vertu magnétique ſera plus ou moins forte; l'aiman a d'autant plus de force, que le baſſin peut être attiré de plus loin. Lorſqu'on a une pierre d'aiman armée, dont on connoît les forces & qu'on vient à la déſarmer & à l'éxaminer de la même maniere comme un nouvel aiman que l'on veut armer, on peut apprendre en quelque ſorte par cette Expérience, ſi les forces du nouvel aiman ſont plus fortes ou plus foibles que celles de l'autre: je dis en quelque ſorte, & non éxactement, parce que l'attraction d'une même pierre, miſe à une diſtance plus éloignée, dépend non ſeulement de ſes forces mais auſſi de ſa groſſeur. Monſieur Marcel, qui a fort bien écrit ſur l'armure de l'aiman, nous fournit encore d'autres Expériences (*a*).

§. 555. Pour armer l'aiman, on s'eſt aviſé de rechercher lequel pourroit être le meilleur, ou le fer, ou l'acier. L'Expérience nous apprend, que lorſqu'on fait une armure d'acier, après l'avoir rendu auſſi dur qu'il eſt poſſible par la trempe, il ne reçoit preſqu'aucune force de l'aiman, pour attirer le fer au-deſſous du pied de cette armure: lorſqu'on ramollit un peu cet acier, il commence à attirer davantage; & lorſqu'on le ramollit davantage, il attire encore plus: d'où il paroit que le fer fléxible eſt le meilleur; & l'effet a confirmé, que l'armure doit être faite du fer le plus rafiné & le moins dur que l'on puiſſe trouver, & dans lequel il n'y ait point de paillettes: autrement pour le rendre encore plus ſouple, plus rafiné & ſans paillettes, il faut mettre la barre de fer dont on ſe ſervira, dans un tas de fiente d'hommes encore recente, & un peu mêlée avec des charbons pilés de bois d'aune, & faire enſuite rougir ce mélange à l'aide d'un feu bien ardent pendant trois ou quatre heures dans un creuſet fermé, alors l'huile des Charbons & de la fiente pénétrera dans les pores du fer, & les paillettes qui n'étoient auparavant que des parties du fer dans leſquels il n'y avoit pas aſſez d'huile, deviendront auſſi ſouples & de la même nature que le reſte du fer. On peut parvenir au même but, tant à l'égard du fer qu'à l'égard de l'acier, en le faiſant rougir pen-

(*a*) *Uytgeleze Filoſofiſe verhandelingen.* Tom. 2. p. 1.

dant quelques heures dans un creuſet fermé, après l'avoir mêlé avec du beurre non ſalé, & avec du charbon pilé de bois d'aune ou de ſaſſafras, & en le laiſſant enſuite refroidir lentement.

§. 556. On doit faire l'armure de fer fléxible ſeulement en l'allongeant, ſans confondre ſes parties, ou ſans les battre l'une dans l'autre, afin que le fil du fer puiſſe reſter droit. On fait pour chaque côté des Poles de l'aiman une armure, à laquelle on donne cette figure : A B eſt une plaque plate, qui repréſente la jambe, laquelle doit être auſſi longue que l'aiman eſt haut, & avoir autant de largeur C C, G G, que l'aiman a d'épaiſſeur : ſous cette jambe doit être placé le pied de l'armure B E D, qui eſt un morceau de fer poſé en travers, & qui tombe à angles droits ſur A B : ſa largeur D S, reſtant par-tout la même depuis le commencement B juſqu'à ſon extrémité, doit être $\frac{2}{3}$ de la largeur de la plaque G G, & de la même hauteur S E : la longueur B D doit être $\frac{2}{3}$ de D S. Il faut que ce pied devienne plus mince & aille en s'arrondiſſant par-deſſous depuis S & D juſqu'à E, de ſorte que la largeur proche de E ſoit $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de la largeur de S D. Il eſt fort important de faire attention à l'épaiſſeur de la jambe A B; car ſi on la fait trop épaiſſe ou trop mince, le pied B D S E attirera alors une moindre quantité de fer. On ne ſçauroit déterminer quelle doit être préciſément ſont épaiſſeur, avant que de l'avoir cherché ; pour cet effet il faut bien applatir le côté intérieur de la jambe A B, de même que le côté extérieur du pied B D S, en ſorte qu'on puiſſe l'ajuſter éxactement ſur un des côtés des Poles de l'aiman, & que la même choſe ſe faſſe auſſi par-deſſous ſans qu'il reſte aucun intervalle. Il faut alors eſſayer avec un morceau de fer, combien de poids peut être ſuſpendu par-deſſous le pied proche de E : après avoir marqué cela, de même que la meſure préciſe de l'épaiſſeur de cette plaque A B, qu'on la rende enſuite un peu plus mince au côté extérieur, en commençant par en-haut proche de A ; & après l'avoir fait, il faudra éprouver chaque fois ſi le pied attire plus ou moins de poids qu'auparavant. En limant ainſi de plus en plus la jambe, & en la rendant plus mince, on parviendra enfin juſqu'à une certaine épaiſſeur, qui eſt celle-là même où l'aiman agit avec le plus de force ; car lorſqu'on rend la jambe trop mince en limant, on trouve qu'elle attire moins, de ſorte qu'on ne peut rencontrer la juſte épaiſſeur que doit avoir la jambe, qu'en faiſant de continuelles épreuves, dont on garde ſoigneuſement la meſure. Cette premiere armure ne peut plus être d'aucun uſage, parce qu'on l'a renduë un peu trop mince par tous ces eſſais : c'eſt pourquoi il faut ſe ſervir de la même maſſe de fer pour en faire une armure, dont la jambe ait la même épaiſſeur que l'on a trouvée auparavant être la meilleure de toutes.

Pl. X. Fig. 3.

On fait enſuite la jambe en-haut proche de C C, un peu plus bas que n'eſt l'aiman mais pourtant pas plus bas que $\frac{1}{30}$ d'un pouce. On arrondit un peu le bout proche de C C ; il faut de même retrancher les coins extérieurs de toute la jambe juſqu'à l'aiman, en les arrondiſſant auſſi un peu. Si l'on n'obſerve pas cela, on trouvera que la Vertu Magnétique

ſemble

femble se déterminer vers tous les angles & les coins, ce qui l'empéche de cette maniere de s'introduire dans le pied, ce qui est cependant l'unique but que nous nous proposons. On a encore observé, que les jambes doivent être plus minces en-haut & plus épaisses en-bas près du pied.

Il est aussi nécessaire que les pieds aillent en-dedans par-dessous, tout contre l'aiman & non en-dehors, comme le recommande Monsieur Marcel; car l'Expérience m'a appris, qu'un aiman armé, dont les pieds se jettent en dehors, leve moins de fer, qu'un autre aiman dont les pieds rentrent en-dedans, lorsque les jambes des deux armures sont parfaitement de la même épaisseur & de la même figure: Il faut que ces pieds aillent en-dedans, quand même l'espace, qui se trouve entr'eux, ne seroit pas plus grand que la longueur d'un des pieds de l'armure. La raison dicte aussi que cela doit être de cette maniere, puisqu'un aiman attire toujours ou agit avec d'autant plus de force, qu'il est plus près du fer: les pieds qui sont posés en-dehors s'éloignent de l'aiman, au-lieu que ceux qui se jettent en-dedans viennent se joindre tout contre la pierre.

Pour faire tenir l'armure contre les deux côtés de l'aiman, il faut prendre une ou deux bandes de cuivre, qui entourent l'aiman, selon que cette pierre est plus ou moins haute, & dont l'une environne la partie supérieure, & l'autre la partie inférieure de l'armure: &, afin que les fers puissent être appliqués fort près & bien ferme contre l'aiman, on fiche des deux côtés dans chaque bande deux vis de cuivre, qui étant tournées serrent & pressent les jambes contre la pierre.

D'ordinaire lorsqu'on veut suspendre l'aiman ainsi armé, on peut le faire de diverses manieres; soit en attachant deux petites Chevilles avec des têtes à la bande supérieure, c'est pourquoi on fait passer en-haut par dessus l'aiman une penture de cuivre, on passe aussi par en-haut dans le milieu de cette Penture la queuë d'un petit anneau qui peut tourner dans cette même penture; de cette maniere l'aiman est suspendu au petit anneau, & tourne tout comme on veut. J'ai aussi fait faire sur les jambes de l'armure en-haut un morceau de cuivre, qui va en montant s'enchasser dans un autre morceau avec un petit anneau. J'ai fait représenter dans la planche X. fig. 4. un aiman armé, suivant la description que je viens d'en donner.

§. 557. Afin de faire voir quelle est la force d'un aiman armé pour attirer quelque poids, il faut avoir un fer, DCAB que l'on mette sous les pieds de l'armure, & auquel on suspende le poids qui doit être attiré. Ce fer est de grande importance de même que sa figure, son épaisseur & sa largeur: je ne sçaurois jusqu'à présent prescrire aucune régle sur cela, si ce n'est que ce fer doit être bien rafiné & fort fléxible, qu'il ne doit pas être double en aucun endroit, ni fendu ou rompu. Le fer ou l'acier qui est dur, ne vaut absolument rien; car tandis qu'un de mes aimans peut lever un poids de 15 livres, lorsqu'il est suspendu à un fer rafiné & souple, cette même pierre ne peut attirer qu'un poids de 12 livres, quand elle est suspenduë à un morceau d'acier qui a absolument la même grandeur,

Pl. X. Fig. 4.

la même épaiſſeur, & la même figure, ou ſans qu'il s'y trouve la moindre différence; enfin cet aiman ſuſpendu à un morceau d'acier trempé, ne peut lever qu'un poids de 7 ou 8 livres. On peut en quelque ſorte déterminer la largeur du fer. Par exemple, il doit être un peu plus large que la baſe inférieure des pieds, & il ne vaut rien lorſqu'il eſt plus étroit. Quant à la hauteur B C, il faut la chercher, car il ſe rencontre quelques pierres, qui doivent avoir un fer deux fois plus haut que les autres, ſans que j'en aye pu découvrir juſqu'à préſent la raiſon; mais j'ai bien trouvé, que lorſque le fer eſt trop bas, il n'attire qu'un poids plus leger. Une autre choſe que j'ai encore obſervée, c'eſt que ce même fer peut auſſi être trop haut. On doit chercher la meilleure hauteur, en rendant un fer inutile par les épreuves que l'on en fait, & en donnant à un ſecond fer la hauteur que l'on a trouvée être la meilleure de toutes. Ce fer peut bien être auſſi 4 ou 5 lignes plus long que la diſtance extérieure qui ſe trouve entre les pieds. Il y a au milieu & en-bas un trou dans ce fer, extrêmement évaſé par dehors de chaque côté, qui va par conſequent en pointe vers le milieu, & par lequel paſſe un crochet L auquel eſt ſuſpendu un baſſin, pour y mettre le poids, qui eſt attiré par la pierre.

Si on fait ſeulement ce fer de la longueur de la diſtance extérieure qui ſe trouve entre les pieds de l'aiman, alors l'aiman pourra lever moins de poids par le moyen de ce fer. Comme les pieds attirent plus fortement ſur leur baſe inférieure I, qui ſe jette le plus en-dedans, que ſur leurs côtés extérieurs C, j'ai rendu inſenſiblement le fer A B plus court, juſqu'à ce que ſes côtés extérieurs C D ne s'étendiſſent pas au-dela du milieu de chaque pied; & éprouvant chaque fois combien de poids l'aiman pourroit attirer, je trouvai que, devenant continuellement plus foible, on ne pouvoit y ſuſpendre qu'un poids plus léger; de ſorte que le fer D A B C doit être un peu plus long que n'eſt la diſtance qui ſe trouve entre les deux pieds.

La ſurface ſupérieure D C de ce fer doit être liſſe, & avoir des coins aigus & non arrondis; mais les coins du côté inférieur peuvent bien être arrondis. Si l'on a ſoin que les éxtrémités D A, C B ſoient ſeulement quarrées, en ſorte que D A, C B demeure un Parallélépipede rectangle, on pourra ſuſpendre à ce fer un poids plus peſant que ſi on n'arrondiſſoit qu'à demi ces extrémités D A, C B: mais ſi on donne au fer la même figure que l'on voit repréſentée dans la planche, l'aiman pourra attirer un poids encore plus peſant. Je ne ſçaurois donner juſqu'à préſent aucune raiſon de ce Phénoméne, je me contente d'expoſer ici ce que l'expérience m'a appris à force de faire des épreuves & des recherches. Quelques Artiſtes veulent, que l'on faſſe aux extrémités de ce fer des tourniquets de cuivre, qui ſoient dreſſés debout, & dans leſquels les pieds de l'aimure s'enchaſſent éxactement, afin qu'en atirant & en levant le poids il ne gliſſe pas à côté & ne s'écarte pas des pieds. Ils veulent auſſi, que l'on recherche avec ſoin quelles ſont les forces de chaque Pole; & comme elles ſe trouvent inégales dans ce pays, ils ordonnent

nent que l'on divise ce fer en raison inverse de ces forces, & que l'on fasse le trou sur le point où ces deux raisons viennent se réünir, afin que de cette maniere chaque pied ou Pole porte un poids, qui soit proportionnel à ses forces. Ces deux choses sont ingenieuses & plausibles dans la Théorie : c'est aussi pour cela que je les ai d'abord mises en œuvre, & je me suis alors apperçu qu'elles étoient ou inutiles, ou qu'elles ne valoient rien. En effet il arrive quelquefois que l'aiman attire avec plus de force, lorsque les coins plats du fer & des pieds se touchent éxactement : tantôt il attire de cette maniere plus foiblement ; tantôt avec plus de force lorsque les coins des pieds ne font que toucher legérement les coins du fer : quelquefois il attire plus fortement, quand les pieds de l'armure touchent en travers les coins du fer : il y a même des cas où il faut que le trou de ce fer se trouve au milieu entre les deux pieds ; dans d'autres cas ce trou doit être placé plus proche du Pole le plus foible ; & dans d'autres enfin il faut qu'il soit plus proche du Pole qui a le plus de force. De quel usage pourront donc être ici les tourniquets, & à quoi aboutira cette éxacte observation, touchant l'endroit où le trou doit être placé. Je ne parle qu'après avoir fait un grand nombre d'Expériences, & ce n'est pas du tout l'envie de contredire qui me porte à parler de la sorte. Les Phénoménes de l'aiman sont encore jusqu'à présent au-dessus de tous les raisonnemens humains ; & ce qui nous a paru autrefois le mieux imaginé, est très-souvent ce qui répond le moins à l'Expérience. De plus, si l'on met des tourniquets aux extrémités D & C du fer auquel le poids est suspendu, il faudra faire de chaque côté un petit trou sans issuë avec un écrou, qui puisse recevoir une petite cheville sur laquelle on fasse tourner le tourniquet. Si donc on éxamine d'abord, combien de poids on peut suspendre à ce fer A B C D, avant que d'y faire les deux petits trous sans issuë, on trouvera alors, après que ces trous y auront été faits, que l'on pouvoit auparavant suspendre à ce fer beaucoup plus de poids. Je n'aurois jamais pu croire, que ce petit changement fait au fer A B C D, dût produire une si grande différence dans l'attraction de l'aiman, si je n'en eusse été convaincu par l'Expérience. Je suis fort éloigné de pouvoir en rendre raison ; car plus je prends de peine à éxaminer & à rechercher la nature & les Phénoménes de l'aiman, moins je puis les comprendre & les expliquer. Je me suis contenté d'exposer ici en peu de mots la maniere dont on doit armer les aimans réguliers ; d'où l'on pourra tirer quelque lumiere pour ce qui concerne l'armure des aimans irréguliers, mais on fera bien de lire sur cette matiere ce que l'ingenieux Arn. Marcel en a écrit dans les Dissertations philosophiques choisies.

§. 558. Il y a déja quelques années qu'on a commencé à rechercher, quels sont les Corps qui peuvent être attirés par l'aiman ; & on a trouvé, que cette pierre attiroit le fer, & qu'un aiman étoit attiré par un autre aiman. Il s'est passé bien du temps, sans qu'on ait fait sur cela aucune nouvelle découverte. On a cependant remarqué dans la suite, que l'aiman attire une sorte de pierre, à laquelle on donne le nom de *Lough neagh*, qu'il

attire auſſi diverſes parties des cendres de preſque toutes ſortes de bois, ſuivant les obſervations de Monſieur Geofroy (*a*). J'ai auſſi vu la méme choſe dans les cendres ſoit blanches, ſoit jaunes, de toutes ſortes de nos Tourbes de Hollande. On l'a auſſi remarqué dans la Réſidence, ou ce qui reſte après la diſtillation de l'huile de Lin, de l'huile de Térébenthine, dans le Miel & dans le Caſtoreum (*b*). Monſieur Lemmery a obſervé, que quand le Corail eſt fondu dans de l'eſprit de Vitriol, & qu'on le précipite avec un Alcali, il s'y rencontre pluſieurs parties qui ſont attirées par l'Aiman (*c*).

D'autres ont trouvé que les pierres qu'on nomme Grenat ſont auſſi attirées. J'ai travaillé pendant quelque temps à éxaminer d'autres Corps qui avoient la même proprieté. J'ai découvert par-là qui ſont ceux de ces Corps qui ſe trouvent déja naturellement diſpoſés d'eux-mêmes à pouvoir être attirés, ſans que l'Art y ait aucune part & ſans avoir été auparavant préparés pour cet effet. Ces Corps, qui peuvent être attirés, ſont l'Emeril, & un Sable noir que l'on trouve en divers endroits en Allemagne, en Lombardie, & ſur le rivage à ſix milles de Gênes proche de St. Pierre d'Arain après une tempête, en Dalmatie, en Perſe, en Virginie. Ce Sable eſt de diverſes couleurs, groſſeur & lueur; mais on y trouve pluſieurs parties, qui ne peuvent être attirées, qu'après avoir été auparavant préparées en les faiſant rougir au feu avec du ſavon, de la fiente, du charbon de bois, de la graiſſe, de la poix, de l'encens, de l'huile, du miel, du fiel, du ſang, &c. après quoi elles ſont attirées avec beaucoup de force, & autant que la limaille de fer. Il y a un grand nombre d'autres Corps, qui tels qu'ils ſe préſentent à nous, ne font paroître aucune vertu attractive; mais qui étant réduits en poudre, puis incorporés avec les ingrédiens précédens; & enſuite rougis fortement dans un creuſet ouvert ou fermé pendant l'eſpace de ¼ d'heure ou d'une heure, ſont attirés avec plus ou moins de force par l'Aimant, ſoit en tout, ou ſeulement en partie. Je rangerai ici dans une Table les Corps, que j'ai éxaminés, afin que chacun ſoit par-là encouragé à faire dans ſon propre Pays de ſemblables expériences ſur d'autres Corps, & que l'on faſſe dans peu de grands progrès dans cette Science.

Corps, dont toutes les parties ſont attirées avec force, après avoir été ſeulement rougis au feu, ou incorporés avec les autres Corps dont nous venons de faire mention.

(*a*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1705.
(*b*) *Ibid.* an. 1706.
(*c*) *Ibid.* an. 1711.

La Terre, dont les Tuilliers ou Briquetiers se servent pour faire leurs Briques, & qui devient fort rouge après avoir été brulée.

Le Bol commun.

Le Bol d'Armenie.

La Calamine.

L'Hématite.

La Porcelaine rouge.

La Terre dont on a fait les nouveaux ouvrages de Bois-le-Duc.

La Craye rouge, ou *Rubrica fabrilis.*

Le Brun d'Angleterre.

Le Rouge des Indes Orientales.

Le Sable jaune d'Amesfort.

Le Sesebruk.

L'Ombre.

L'Ocre jaune, d'Allemagne & de France.

La tête morte du Vitriol.

Corps, dont quelques parties seulement sont attirées avec peu de force, après avoir été rougis au feu.

En général toutes sortes de Terres, qui deviennent rouges lorsqu'on les fait bruler.

Deux sortes de Terres, dont on fait la Porcelaine à Delft, que l'on tire près d'Oosterhout, & qui étant brulées deviennent rouges.

La Terre de Delft, que l'on tire près du Village de Ryswyk, & qui devient aussi rouge lorsqu'on la fait bruler.

La Terre blanche de Tournai.

La Terre blanche que l'on tire près de Dusseldorp. On se sert de ces terres à Delft pour en faire de la porcelaine.

Neuf sortes de Terres dont on fait les Pipes, parmi lesquelles celles qui sont les plus brunes fournissent le plus de parties propres à pouvoir être attirées, & sur tout celles qui deviennent rouges lorsqu'on les fait bruler : celles qui deviennent grises fournissent moins de parties que les autres.

La Terre à Foulon.

La Terre Sablonneuse, qu'on appelle *Savelaarde.*

Le Sable de Bruxelles.

Le Bol blanc.

Le Sable blanc, commun.

Le Sable rouge des Poudriers, ou Horloge de Sable.

Le Cobalt.

Le Saffara.

La Craye noire.

Le Tripoli.

Le Masaroen.

La Pierre de taille.

L'Ardoise.

Les Veines bleuës du Marbre blanc.

Les Veines rouges du Marbre rouge.

Le Ciment.

Le Grès jaune.

La Pierre d'Angleterre.

La Pierre-Ponce.

L'Arsenic rouge.

La Terre verte.

Le Verd de Montagne.

Le Crayon bleu.

L'Ostéocolle.

La Craye de France.

Le Plâtre de France.

Le Bleu des Pierres à aiguiser, de Lorraine.

Le Jaune des Pierres à aiguiser, de Lorraine.

Le Jaune Royal.

La Gomme gutte.
L'Orpiment.
La Cendre verte d'Allemagne.
Le Carreau de Suede de couleur de cendre.

Corps aufquels on n'a pu donner aucune Vertu attractive.

L'Arfenic blanc.
La Litharge.
Le Marbre noir.
La Cendre bleuë d'Angleterre.
L'Albâtre.
Le Gyp de Spaa.
L'Or.
L'Argent. L'Antimoine.
Le Cuivre. Le Zinc.
L'Etaim.
Le Plomb.
La Glace de Marie.
Le Carreau rouge, de Suede.
La Craye blanche.
La Pierre qu'on appelle *Spekfteen*, Marbre fpec.
Les Coquilles de Moules.

Après avoir fait ces expériences, j'ai commencé à croire, que l'on pourroit peut-être trouver dans toutes fortes de Sable coloré, dans la Terre, la Marne, & les pierres, certaines parties, qui feroient attirées, après les avoir faites auparavant rougir au feu : je ne fçai cependant, fi on remarquera cela dans tous les Corps blancs, c'eft une chofe que l'on doit éxaminer à l'aide des expériences. J'ai remarqué, en faifant rougir les Corps précédens avec du Savon, du Miel, du Sang, de la Fiente, &c. que la couleur, la fineffe, & la Vertu attractive des parties différoit, fuivant la différence des Corps avec lefquels on les faifoit rougir ; car le feu fait entrer certaines parties fubtiles & déliées du Savon, du Miel, du Sang, &c. dans les pores des autres Corps, tantôt en plus grande, tantôt en moindre quantité, ce qui rend les parties de ces Corps plus ou moins groffes, plus fragiles ou plus folides, & fait qu'elles différent auffi en couleur. Il fe trouve divers Sables, qui n'ayant d'eux-mêmes aucune Vertu attractive, acquiérent dans la fuite cette même Vertu, après qu'on les a feulement fait rougir, fans y joindre aucun autre Corps ; & même cette Vertu, qu'ils reçoivent alors, eft plus forte, que fi on y eût ajoûté du Savon, de la Fiente, du Miel ou du Sang.

Il y a certaines terres, qui, lorfqu'on les fait rougir avec le Miel, acquiérent plus de Vertu attractive, qu'avec le Sang ou la Bile. En général, la Bile que l'on fait rougir avec ces Corps, leur communique moins de Vertu attractive qu'aucun des autres ingrédiens. Pour exciter cette Vertu dans les Corps, il vaut beaucoup mieux ne les faire rougir que pendant une demie heure, ¼ d'heure, ou une heure entiere, que pendant l'efpace de deux, trois, ou quatre heures ; car fi on les laiffe trop long-temps au feu, cette Vertu fe diffipe de nouveau & fe perd entierement.

Cela me fait conclure, que fi les pores de quelques Corps viennent à être ouverts par des Sels volatils, ou alcalis fixes, & qu'ils fe rempliffent enfuite

ensuite d'huile, ils acquierent alors une certaine disposition, qui les rend propres à pouvoir être attirés par l'aiman; mais que si on les fait bruler trop long-temps, cette même huile se consume de nouveau, & que cette disposition ne manque pas de s'anéantir.

Tout ce qui vient d'être exposé nous ouvre un vaste théâtre rempli de Corps, qui peuvent être attirés par l'aiman; car on doit joindre aux cendres de presque tous les végétaux un grand nombre de fossiles, à quoi j'ajouterai encore, qu'il y a dans le Sel marin commun, & dans le Salpêtre de semblables parties, que l'on y rencontre après avoir fait auparavant certaines préparations chymiques; & comme cela se trouve dans le Miel & le Castoreum, peut-être aussi la même chose se rencontrera-t-elle dans plusieurs autres parties semblables.

On peut demander ici, si tous les Corps, dans lesquels j'ai trouvé ou produit une vertu attractive, étoient déja auparavant du fer, ou bien si ils ont été changés de fer en les faisant bruler avec de la graisse, ou enfin si il y a d'autres sortes de Corps que le fer qui puissent être attirés par l'aiman? Monsieur Lemmery dit, que les parties des plantes, qui sont attirées par l'aiman, se fondent dans le foyer du miroir ardent de la même maniere & avec les mêmes circonstances que la limaille de fer. L'expérience fait voir, que si l'on jette dans une infusion de noix de galles, du fer, ou du vitriol dans lequel il y a du fer, cette infusion devient alors noire: sur cela j'ai versé une infusion de noix de galles sur tous les Corps que j'ai éxaminés, & qui sont attirés par l'aiman après qu'on les a fait rougir, & j'ai trouvé que quelques-uns la rendoient noire au bout de quelques heures, tandis que les autres ne produisoient cet effet que 8, 12 ou 14 jours après; & j'ai même observé, que tous les Corps qui sont attirés, la faisoient devenir noire, les uns plus, les autres moins: d'où je conclus, que tout ce qui est attiré jusqu'à présent par l'aiman, n'est autre chose que du fer, soit parfait ou imparfait. On demande encore ici, si il y avoit déja du fer dans ces Corps avant qu'on les fit rougir? Il est bien difficile de répondre à cette question; car si l'on veut seulement nommer fer ce qui est attiré par l'aiman, il est clair qu'il n'y a point de fer dans ces Corps, qui ne peuvent être attirés avant qu'on les ait fait rougir. Mais si l'on veut donner le nom de fer à ces Corps, qui donnent une couleur noire à l'infusion des noix de galles, la plupart des Corps en question seront alors du fer; car j'ai remarqué, qu'après une longue digestion de la pierre hématite naturelle, de la craye rouge, &c. avec une infusion de noix de galles, cette infusion en recevoit une couleur beaucoup plus brune; & il s'étoit même amassé sur les côtés du verre, dans lequel on avoit fait digérer de la calamine, un tas de petites parties qui ressembloient à de la rouille de fer. Il peut se faire, que la matrice du fer étant un métal qui n'est pas encore parfait, ne peut être attirée par l'aiman, mais que cela n'empêche pourtant pas qu'elle ne soit en état de teindre en noir l'infusion de noix de galles. Il faut donc que le fer,

ou sa matrice, soit bien généralement répandu par toute la terre dans les Corps, puisqu'il peut s'y trouver tant de sortes de Fossiles, qui sont attirés par l'aiman. Ce fer est-il dans ces Corps depuis le commencement de la Création, ou pourroit-on établir avec quelques Chymistes, qu'il vague dans l'Air un acide vitriolique universel, qui s'insinuë dans la plûpart des Corps terrestres, dans les uns plus, dans les autres moins; que cet acide s'attache à la terre, & qu'étant ensuite incorporé avec de l'huile dans nos préparations, il deviendroit le premier principe du fer, & contiendroit en lui-même les conditions nécessaires pour pouvoir être attiré par l'aiman? Il me paroît que la chose n'est pas tout-à-fait hors de vraisemblance. Mais d'où vient-il que certaines terres reçoivent leur vertu attractive par la seule action du feu, sans que cette vertu augmente, lorsqu'on les incorpore avec du savon ou autres ingrédiens? Ne faudroit-il pas qu'on en fit premierement sortir le sel & le souffre, ou qu'on les fit entrer un peu plus profondément dans les parties, avant que d'être ainsi incorporées, comme cela est nécessaire pour devenir fer. On pourra faire de grands progrès dans cette Science, lorsqu'on aura recours à la Chymie.

§. 559. Lorsqu'on frotte un morceau de fer sur l'aiman, sur ses Poles, sur les pieds de l'armure, ou qu'on le fait passer tout proche de lui sans le toucher, ce fer acquiert une vertu magnétique, & devient comme un autre aiman: cependant l'aiman ne perd rien du tout de sa vertu, quand même on auroit fait passer cent morceaux de fer sur ses Poles, ou sur son armure: c'est du moins ce que j'ai trouvé dans tous les aimans que j'ai examiné & dont je me suis servi. Il y a des Philosophes qui disent, que leurs aimans perdent une partie de leurs forces, après que le fer a passé dessus; on ne doit pas nier cela, & il faut supposer ces observations comme véritables, car il se peut que les forces de tous les aimans ne sont pas parfaitement les mêmes.

§. 560. Lorsqu'on laisse un aiman à lui-même & entierement libre, en sorte qu'il puisse se mouvoir sans aucun empêchement, en le suspendant à une corde tressée & non tournée, ou en le mettant dans un petit vase sur l'eau; l'un de ses Poles se tournera alors vers le Midi, & l'autre se tournera vers le Nord.

Une aiguille de Boussole, qui tourne sur son pivot, mais après avoir été premierement frottée sur les Poles de l'aiman, se meut & se tourne vers le Midi & vers le Nord, de la même maniere que l'aiman.

Le sable noir, l'aiman réduit en poudre, la limaille de fer, &c. mis dans un creuset, puis sur le feu, ou on les fasse rougir pendant quelque temps, acquéreront après avoir perdu leur chaleur en restant dans le creuset, cette proprieté, que le côté du creuset, qui étoit tourné dans le feu vers le Nord, posséde la Vertu du Pole Septentrional; si l'on présente le Pole Septentrional d'une Aiguille de Boussole à ce côté du Creuset, il en sera repoussé, au-lieu que le Pole Méridional s'en approchera. Mais si le côté du Creuset, qui étoit tourné dans le feu vers le

Midi,

Midi, est présenté au Pole Méridional de l'aiguille de Boussole, on ne remarquera pas qu'il agisse beaucoup sur elle.

J'ai dit au §. 558. que le sable & la plûpart des pierres colorées, rougies au feu avec du savon, ou de la fiente d'hommes, acquerroient une vertu attractive, & c'est ce qui m'a porté à rechercher si il n'y auroit pas moyen d'augmenter la vertu de l'aiman, & de faire en sorte, que ceux qui n'ont pas beaucoup de force pussent en avoir davantage. Tout ce que je fis dans cette vuë n'eut pas un heureux succès. Il arriva souvent que les aimans se creverent dans le feu, & se briserent en piéces; & quant à ceux qui resterent en leur entier, bien loin de recevoir une augmentation de forces, ils perdirent en partie celle qu'ils avoient auparavant. Cela viendroit-il peut-être de ce que nous dissipons par le feu cette huile subtile, que la nature n'introduit que lentement dans toute la pierre, & que nous ne suppléons à cette perte qu'en procurant à l'aiman une huile plus grossiere, moins propre pour la vertu magnétique, & qui ne peut pénétrer jusques dans l'intérieur des parties; de sorte que le feu doit diminuer la vertu de la pierre, quoiqu'elle reste en son entier? La raison pour laquelle certains aimans sautent dans le feu, c'est que le liquide qu'ils contiennent, & qui y est renfermé, se change en exhalaisons élastiques, qui font crever ces pierres, de la même maniere que si on eût allumé en-dedans de la poudre à canon. Ayant aussi réduit l'aiman en poudre, je le mêlai avec du savon & de la potasse, que je fis ensuite rougir dans un creuset: après que cette poudre eut été rougie, elle ne laissa pas d'être attirée par l'aiman, mais avec moins de force qu'auparavant. Lorsque je la laissois dans le creuset, & que je présentois au Pole Méridional d'une aiguille de Boussole le côté du creuset, qui avoit été tourné dans le feu vers le Nord, je ne remarquois pas que cela produisît aucun effet, comme il arrive, quand on remplit le creuset de sable noir. Cela ne viendroit-il pas de ce que les parties de l'aiman s'attirent réciproquement avec plus de force que celles du Sable? Ou de ce que le feu ne détruit pas entierement la direction de l'aiman, d'où il arrive que les parties ne reçoivent pas cette direction, qui est communiquée par la vertu magnétique universelle, répanduë par toute la Terre, & qui a pu être transportée dans le sable? Mais dans le cas en question, où la situation des Poles de la matiere magnétique se trouve entierement dérangée, il n'est pas possible que les parties de cette matiere fassent paroître aucune direction, lorsqu'on les approche d'une aiguille de Boussole.

§. 561. Revenons à ce qui concerne la direction de l'aiguille de Boussole vers le Nord & le Midi, & éxaminons quelle est sa nature, car la Navigation n'est pas moins importante que la Physique. On trouve que cette direction a quelque chose de fort surprenant, puisqu'elle n'est pas du tout la même dans tous les endroits de la Terre, & qu'on y remarque même chaque jour de la variation dans le même endroit. Il n'y a que quelques endroits de la Terre, où l'aiguille se tourne directement

vers le Nord & le Midi, elle décline presque par tout ailleurs, soit vers l'Orient ou vers l'Occident, ce qui fait qu'on la distingue en *Orientale* & en *Occidentale*. Pour abbréger, on a placé à la Pl. XXVIII, la Carte de Monsieur Halley, où l'on peut voir quelle fut la déclinaison de l'aiguille dans tous les endroits de la Terre en 1700. On y remarque une double ligne courbe, qui commence à la Caroline en Amérique, & qui passe par l'Océan Atlantique & la Mer Ethiopique; cette ligne est tirée par les endroits où l'aiguille est dirigée vers le Midi & le Nord.

On voit au-dessus de cette ligne, vers le Nord, d'autres lignes courbes, mais simples, aux extrémités desquelles on a marqué certains nombres: ces lignes passent par les endroits, où la déclinaison vers l'Ouest est d'autant de degrés qu'il y a de nombres marqués. Ces déclinaisons étoient telles en 1700. mais elles ont beaucoup augmenté dans la suite, de sorte qu'à l'endroit où la ligne courbe se termine au 25 degré de déclinaison, elle doit se trouver à présent au 45 degré suivant les dernieres observations de ceux d'entre nos Mariniers qui ont voyagé en Groenlande. Il en est de même à l'égard des autres lignes. En effet, lorsqu'on considere où la Hollande est située, on remarque qu'elle est renfermée entre les lignes de déclinaison où l'on a marqué 5 & 10 degrés; au-lieu que cette année la déclinaison a été le plus souvent de 13 degrés ou bien de 13° 30'. & on a même déja en France cette déclinaison. Si l'on jette les yeux sur la Carte, on y voit au-dessous de la premiere double ligne courbe, vers le Midi, plusieurs autres lignes courbes, mais simples, qui passent par les endroits où se trouve la même déclinaison de l'aiguille de Boussole, & cette déclinaison est d'autant de degrés, qu'il y a de nombres marqués à leurs extrémités. Il en est de même à l'égard des autres lignes courbes, qui passent l'Océan Indien. Outre ces lignes, on en remarquera encore une double, qui commence à la Chine, d'où elle se rend du côté du Midi en passant entre les Isles Philippines, de Borneo, & par la Nouvelle-Hollande. Cette ligne est tirée par les endroits où l'aiguille se tourne vers le Nord & le Midi. Il se trouve aussi dans la Mer du Sud une semblable ligne, qui commence à la Californie, & s'étend du côté de la Mer pacifique: il s'y rencontre encore de legéres ébauches de quelques autres petites lignes simples, qui font voir la déclinaison de l'aiguille dans cette Mer. Il ne m'a pas été possible de déterminer autrement ces lignes, parce que je n'ai pu avoir un assez grand nombre d'observations. On voit donc d'un seul coup d'œil dans cette excellente Carte toutes les déclinaisons de la Boussole par toute la Terre. La déclinaison de l'aiguille, & sa variation continuelle ne causent pas peu d'embarras aux Mariniers; c'est pourquoi plusieurs Artistes ont travaillé à faire des aiguilles de Boussole, qui ne fussent pas sujettes à ces déclinaisons, & qui montrassent toujours éxactement le Nord & le Midi. Il n'y a pas long-temps qu'un habile Ouvrier nommé le Maire a entrepris de faire cela à Paris

par

par le moyen des aiguilles ſpirales, ou avec des anneaux d'acier, enchaſſés ſur un Plan, & dont le centre tourne ſur un petit pivot, comme les Bouſſoles ordinaires. Après avoir frotté ces anneaux ſur l'aiman, on peut les placer de telle maniere, que les Poles en ſe faiſant violence l'un à l'autre, empêchent qu'il n'y ait aucune déclinaiſon dans l'endroit où l'on ſe trouve. Pour ſçavoir ſi la choſe pourroit réüſſir, j'ai pourvu d'une ſemblable Bouſſole un Marinier bien expérimenté, qui alloit en Groenlande; mais il a trouvé, que dans les endroits où il a fait ſes obſervations, la déclinaiſon étoit ſeulement d'autant moindre, que n'étoit celle des aiguilles ordinaires auſquelles on n'avoit pas ôté la déclinaiſon, qui étoit de 12 ou 13 degrés. J'ai auſſi éxaminé diverſes choſes, que le Maire a obſervées touchant les phénomènes des anneaux; mais il m'a paru, que quelques-uns d'entr'eux n'étoient pas généraux, mais plutôt particuliers, & qu'ils concernoient les anneaux d'une grandeur & d'une épaiſſeur déterminée, comme on pourra le voir par les remarques que nous avons faites.

J'ai cru qu'il étoit à propos de joindre ici quelques expériences, que j'ai faites avec Meſſieurs van Goch, Krighout, & Monſieur Dykgraaf très-habile faiſeur de Bouſſoles, & quoique ces expériences n'ayent pas répondu au but que nous nous étions propoſé, elles peuvent ſervir à faire épargner aux autres Philoſophes les dépenſes, la peine, & le temps, qu'ils ſeroient obligés d'employer en les faiſant de nouveau.

§. 562. Après avoir tiré le Méridien N Z, dont N marque le Nord, Z le Midi, O l'Orient, & W l'Occident, on mit ſur le centre C un pivot de cuivre, fort délié, ſur lequel on fit tourner une aiguille de Bouſſole nCs, qui avoit été bien frottée ſur un bon aiman, & après avoir fait pluſieurs balancemens ou vibrations, elle s'arrêta enfin dans la ſituation nCs, où elle déclina de 13 $\frac{1}{2}$ degrés vers l'Oueſt: Sa longueur étoit de 5 $\frac{1}{2}$ p. Rhenans, & ſa peſanteur de 87 grains. Pour empêcher cette déclinaiſon de 13 $\frac{1}{2}$ degrés, nous plaçames une ſeconde aiguille, de la même longueur & peſanteur que la précédente, un peu au-deſſus d'elle, afin qu'elles ne ſe touchaſſent pas: cette ſeconde aiguille avoit été frottée ſur le même aiman, & lorſqu'elle eut formé avec l'autre, l'angle γCn, de 27 degrès, l'aiguille n s fut pouſſée ſur le Méridien N Z, & de cette maniere ſa déclinaiſon du Nord ceſſa. En effet, l'aiguille n s affecte de ſe tourner, par la force qu'elle a, de 13°. 30′, du Nord vers l'Occident, & l'aiguille $\gamma\zeta$ étant trop Occidentale, affecte de ſe tourner par ſa force de 13°. 30′ vers le Nord, ce qui fait que ces deux forces des aiguilles ſont en équilibre, & que chacune eſt pouſſée avec la même force vers ſon Méridien aimanté, dont elles étoient également éloignées, l'une du côté de l'Occident, & l'autre vers le Nord. Pl. VIII. Fig. 11.

Ces deux aiguilles font enſemble un angle de 27 degrés, mais ſi l'une d'entre elles avoit plus de force que l'autre, il s'enſuivroit que l'angle γC n, devroit être différent. Pour confirmer cela, nous ôtames l'aiguille d'en-haut, $\gamma\zeta$, & nous mîmes en ſa place une plus grande aiguille, de la

la longueur de 8 p. $\frac{1}{12}$ Rhenans, & qui pesoit 232 grains, Cette aiguille faisant avec celle d'en-bas, n s, un angle γ C n de 17 $\frac{1}{2}$ degrés, l'aiguille n s fut alors poussée sur le véritable Méridien N Z, ce qui arrêta de cette maniere toute sa déclinaison.

Mais lorsqu'on mettoit au-dessus de l'aiguille, n s, une autre aiguille longue de 6 $\frac{3}{10}$, p. pesant 115 grains, & frottée de la même maniere sur le même aiman, & qui faisoit un angle γ C n de 23 $\frac{1}{2}$ degrés, toute la déclinaison de l'aiguille, n s, cessoit aussi, & elle étoit alors portée sur N Z.

§. 563. Comme on peut faire cesser la déclinaison d'une aiguille, en en mettant une autre au-dessus, quand on a soin que les Poles Boréals de toutes les deux soient tournés vers le Nord, on peut faire aussi que cette même aiguille décline vers l'Orient ou l'Occident: on pourra pratiquer la même chose, en plaçant trois aiguilles, l'une au-dessus de l'autre.

Nous venons de voir, de quelle maniere on peut empêcher la déclinaison d'une aiguille, lorsqu'on en met une seconde par-dessus; on peut faire que l'une des aiguilles devienne Orientale, lorsqu'étant toutes les deux de la même longueur & de la même pesanteur, elles forment ensemble un angle qui a plus de 27 degrés; ou, en cas qu'elles soient de grandeur inégale, comme les aiguilles précédentes que nous avons prises, il faut seulement que l'angle qu'elles forment entre elles soit plus grand, que celui que nous avons dit être requis pour empêcher la déclinaison, comme nous l'avons trouvé par un grand nombre d'expériences.

Pl VIII. Fig. 12. Mais lorsque nous prîmes trois aiguilles de même grandeur, & que nous les plaçames l'une au-dessus de l'autre, comme n s, γ ζ, O P, en sorte que l'Angle, γ n C des deux premieres avoit moins de 27 degrés, l'aiguille, n s, continua d'être Occidentale; lors donc qu'on prit l'angle n C γ de 7 degrés, le Méridien de l'aiman se trouva placé au-milieu d'elles, en étant chacune éloignée de 3 $\frac{1}{2}$ degrés, de sorte qu'elles étoient portées l'une contre l'autre; mais l'aiguille, n s, ne déclinoit du véritable Méridien que de 10 degrés: lorsqu'on mit ensuite par-dessus la troisiéme aiguille O P, formant un angle O C γ de 6 $\frac{1}{2}$ degrés, elle poussa la premiere directement sur le Méridien Z N, & fit cesser de cette maniere sa déclinaison.

Fait-on l'angle O C γ trop grand, l'aiguille, n s, devient d'abord Orientale. On voit par-là, qu'en plaçant diverses aiguilles l'une au-dessus de l'autre, on est maitre de faire décliner l'une d'entr'elles vers l'Orient. Ayant pris pour cet effet une aiguille, dont la longueur étoit de 6 $\frac{3}{10}$ p. & qui formoit avec l'autre de 5 $\frac{1}{2}$ p. un Angle de 16 degrés, il arriva qu'elles continuerent de décliner vers l'Orient; mais lorsque nous mîmes par-dessus la plus longue aiguille, qui faisoit avec celle de 5 $\frac{1}{2}$ p. un angle de 33 $\frac{1}{2}$ degrés, la petite aiguille déclina de 10 degrés vers l'Orient, & celle du milieu ne déclina que de 6 degrés, de sorte que la plus grande aiguille fit décliner les deux autres du Méridien de l'aiman vers l'Orient.

Il

Il paroit qu'en plaçant ainsi des aiguilles l'une au-dessus de l'autre, on peut empêcher que l'une d'entr'elles ne décline du véritable Méridien; mais cette déclinaison ne laissera pourtant pas de continuer, si l'on vient à placer ces aiguilles dans un endroit, où la déclinaison est trop grande ou trop petite. En effet, que l'on ôte l'appareil des deux aiguilles de l'endroit où la déclinaison vers l'Orient étoit de 13°. 30', & qu'on le transporte sur un autre endroit, où la déclinaison est de 20 degrés, d'abord, l'aiguille, ns, 6°. 30' déclinera de NZ vers l'Occident; & la seconde aiguille γζ, qui étoit poussée auparavant vers le Méridien de l'aiman avec une force de 13°. 30', puisqu'elle en étoit d'autant éloignée, n'y sera portée qu'avec une force de 6° 30', ce qui fait qu'elle ne peut s'opposer à la force de la premiere aiguille, étant alors poussée du Nord vers l'Occident avec beaucoup plus de force qu'auparavant, c'est pourquoi la déclinaison de toutes les deux vers l'Occident devra augmenrer. La même chose a aussi lieu, lorsque la déclinaisen vers l'Occident augmente dans le même endroit; par conséquent ces aiguilles ne resteront pas toujours sans décliner de leur véritable Méridien, & elles ne pourront pas non-plus être employées pour une Boussole qui seroit sans aucune déclinaison par toute la Terre.

§. 564. Nous plaçames encore d'une autre maniere trois aiguilles l'une au-dessus de l'autre, dont chacune avoit 5 $\frac{1}{2}$ pouces de longueur, & nous fîmes en sorte, que l'une d'entr'elles tombât directement sur le véritable Méridien, c'est-à-dire, sans aucune déclinaison; mais leur mouvement étoit foible, parce que l'action de l'une empêchoit celle de l'autre. Soit NZ le véritable Méridien, sur lequel se trouvoit le pivot ou l'axe commun, C, & sur ce pivot tournoit d'abord l'aiguille AB, dont le Pole Septentrional A déclinoit vers l'Occident de 13°. 30'. Par-dessus cette aiguille on plaça la seconde, sn, dont le Pole Méridional étoit, s, & l'angle ACs se trouva de 65°. 30'. Par-dessus cette seconde aiguille on mit la troisiéme, γσ, qui formoit l'angle, σCγ, de 42°. 30', ayant son Pole Septentrional en γ: de cette maniere le Pole Méridional de l'une de ces aiguilles étoit situé entre les deux Poles Septentrionaux des autres aiguilles, & par-là l'aiguille AB fut poussée sur le véritable Méridien NZ. Cette impulsion ne fut causée que par l'action de l'aiguille γσ. En effet, l'aiguille AB déclinoit naturellement vers l'Occident de 13°. 30', & elle étoit par consequent poussée de N vers W; la seconde aiguille, sn, étoit aussi portée par son Pole Méridional, s, vers W, pour s'avancer plus avant jusques en Z, de sorte qu'il y avoit ici deux causes qui produisoient la déclinaison vers l'Occident: mais l'aiguille γσ, qui formoit le grand angle γCA de 108 degrés, poussoit avec sa force vers N les deux aiguilles qui déclinoient vers l'Occident, de sorte que AB tomba sur le Méridien NZ. Nous fumes bien surpris, & avec raison, de ce Phénoméne, car l'Angle, sCB, étoit de 125 degrés, & par consequent plus grand que γCA, qui est de 108 degrés, c'est pourquoi nous nous flattions de voir une plus grande déclinaison vers l'Occident, sans nous attendre

Pl VIII. Fig. 13.

qu'elle

qu'elle dût être empêchée; mais il nous parut, que cela venoit de la direction des aiguilles, qui est dans ce Pays plus forte vers le Nord que vers le Sud.

Il est encore hors de doute, que si l'on transporte cet appareil dans un Pays, où l'aiguille décline davantage vers l'Occident, il ne restera pas sur le véritable Méridien N Z. Car le Pole Boréal A de l'aiguille A B sera alors poussée avec plus de force vers l'Ouest, le Pole Boréal γ de l'aiguille $\gamma\,\sigma$ sera porté avec moins de force vers le Nord N; & le Pole Austral, s, de l'aiguille, s n, se trouvant alors plus éloigné du Sud du Méridien de l'aiman, y sera poussé avec plus de force, & par consequent du côté de l'Ouest; c'est pourquoi cet appareil commencera d'abord à décliner vers l'Ouest & de cette maniere il ne pourra être d'aucun usage pour une Boussole que l'on voudroit être sans aucune déclinaison.

§. 565. Nous entreprîmes ensuite d'arranger encore les trois aiguilles d'une autre maniere, qui étoit telle, que deux d'entr'elles se trouvoient situées directement l'une au-dessus de l'autre, le Pole Boréal de l'une étant au-dessus du Pole Austral de l'autre, & la troisiéme formant ensuite un certain angle au-dessus de ces deux autres; mais lorsque les aiguilles ont leurs Poles situés l'un au-dessus de l'autre, elles s'attirent avec tant de force, qu'il n'est pas possible de rien établir de certain, à moins qu'on ne laisse entr'elles une grande distance, c'est pourquoi il faut pour cette sorte d'arrangement que l'une des aiguilles tourne autour de l'autre. Cela nous a fait voir, qu'au-lieu de se servir d'aiguilles droites, il falloit nécessairement recourir aux anneaux ronds, par le moyen desquels on pourroit trouver ce que nous cherchons; on devroit du moins avoir un anneau rond, qui tournât autour des deux autres aiguilles droites: nous avons donc pris le parti de recourir aux expériences avec les anneaux, lesquelles je rapporterai tout-à-l'heure, lorsque j'en aurai encore exposé quelques autres, qui ont été faites avec quatre aiguilles droites.

Pl. VIII. Fig. 14. §. 566. Nous plaçames quatre aiguilles de même longueur, chacune de 5 $\frac{1}{2}$ pouces, l'une au-dessus de l'autre, de sorte que tous leurs Poles Septentrionaux étoient tournés vers un côté, tandis que leurs Poles Méridionaux se trouvoient situés vers l'autre côté; après que nous eumes ajusté les angles entr'eux comme cela se voit dans la figure, l'aiguille A B ne déclina plus, & elle vint tomber directement sur le véritable Méridien N Z. On comprend sans peine, que tout cet appareil ne restera pas sans décliner, si on le transporte dans un endroit où la déclinaison vers l'Occident soit plus forte, mais qu'il se tournera d'abord à l'Ouest: cependant ces aiguilles placées de cette maniere étoient fort mobiles, &, après plusieurs balancemens, elles retomboient librement dans la même place, & reprenoient la même situation dans laquelle elles avoient été auparavant. Nous ajustames ces aiguilles de plusieurs autres manieres, dont la plûpart ne réussirent pas, parce que cet appareil étoit ou sans action, & comme sans mouvement; ou bien il se tournoit vers le Nord tantôt avec un de ses côtés, tantôt avec l'autre.

§. 567.

§. 567. On mit ſur une roſe de papier, ajuſtée pour une grande Bouſſole, deux aiguilles paralléles entr'elles, & qui étoient chacune de la longueur de 5 $\frac{1}{2}$ pouces : il y avoit entr'elles & le centre ou l'axe, une diſtance de la largeur d'un pouce : les deux Poles Septentrionaux étoient tournés du même côté : on les diſpoſa de telle maniere, que la fleur de lis de la roſe ſe trouvoit ſituée au-milieu, & on remarqua, qu'après pluſieurs balancemens, elles déclinoient vers l'Occident de 16° 30′, & quelquefois de 17 degrés. Mais lorſque l'une de ces aiguilles étoit poſée autrement, en ſorte que ſon Pole Septentrional ſe trouvoit ſitué du même côté que le Pole Méridional de l'autre aiguille, la direction n'étoit pas alors conſtante, quoique les aiguilles ne laiſſaſſent pourtant pas de ſe tourner le plus ſouvent vers le Midi avec l'un des Poles, & vers le Nord avec l'autre Pole.

§. 568. Nous mimes auſſi quatre aiguilles l'une ſur l'autre, paralléles entr'elles, & qui formoient par leur ſituation des angles droits. Chacune d'elles étoit éloignée de l'axe d'un pouce, de ſorte que le Pole Septentrional de l'une étoit ſuivi par le Pole Méridional de l'autre ; mais tout cet appareil n'avoit aucune direction, & il reſtoit dans la même ſituation où on l'avoit mis. Pl. VIII. Fig. 15.

§. 569. Paſſons maintenant aux expériences que nous avons faites avec des anneaux, Nous avons appris par les Obſervations faites ſur cet article, que pour avoir des expériences bien éxactes, on devoit mettre les anneaux ſur un plan bien propre, ſur lequel on avoit décrit des cercles paralléles, dans leſquels on pût placer juſtement les anneaux d'acier ; car autrement ſi leur centre n'eſt pas préciſément le même, on ne peut pas compter ſur les expériences, puiſqu'elles différent alors beaucoup l'une de l'autre. On doit auſſi avoir ſoin, que quand le Plan tourne avec les anneaux, il ſoit bien paralléle à l'Horiſon, ce que l'on peut faire facilement avec du ſable, ou avec de petits morçeaux de papier que l'on jette çà & là ſur le Plan.

Il faut prendre des anneaux d'acier, qui ſoient tournés ſur un tour, & tirés de la même plaque d'acier, afin que le métal ſoit égal par tout & ſans aucune paille : Les anneaux ſoudés ne conviennent point ici puiſqu'ils ne ſont pas uniformes, & c'eſt pour cette raiſon que nous nous ſommes ſervis de ces anneaux tournés, qui ſont parfaitement ronds, de la même épaiſſeur par-tout, & également peſans tout à l'entour. Pour abbréger, je vais donner dans la Table ſuivante la deſcription des diamétres externes & internes des anneaux, que j'ai employés : je marquerai auſſi leur peſanteur, & donnerai à chacun d'eux un nom avec les Lettres de l'Alphabet.

Les cinq Anneaux ſuivans avoient été tirés d'une ſeule Plaque d'Acier.

Peſanteur en grains		Diamétres extérieurs	Diamétres intérieurs en pouces.
A	109	2, 75	2, 47
B	117	2, 33	1, 98.
C	90	1, 85	1, 5.
D	73	1, 3	1, 05.
E	35	0, 95	0, 78.

Ces quatre Anneaux étoient de la même Plaque.

F	55	2,	1, 75.
G	39	1, 65	1, 4.
H	32	1, 37	1, 15.
I	27	1, 15	0, 8.

Ces trois Anneaux ſont d'une autre Plaque.

K	88	4, 15	3, 96.
L	102	3, 5	3, 28.
M	99	2, 75	2, 47.

Ces trois Anneaux ſont d'une autre Plaque

N	89	3, 85	3, 65.
O	90	3, 14	2, 90.
P	66	2, 35	2, 15.

Voici encore trois autres Anneaux.

Q	252	5, 2	4, 9.
R	210	4, 4	4, 1.
S	155	3, 5	3, 2.

On

On peut communiquer de diverſes manieres la vertu magnétique à ces anneaux, en les frottant ou ſur un aiman naturel, ou ſur des barres de fer douées de cette même vertu magnétique. On peut auſſi les frotter différemment ſur ces deux Corps, ce qui produit de tout autres Phénoménes, que l'on doit néceſſairement bien remarquer, ſi l'on veut pouvoir faire quelque fond ſur les expériences.

§. 570. Après avoir poſé ſur une Table l'anneau S, & qui eſt ici repréſenté par A B C D, en ſorte que l'extrémité A étoit ſituée du côté du Nord, & B vers l'Eſt; nous mimes le Pole Auſtral d'un aiman armé ſur le point C, en frottant la demi-circonférence C D A, & enſuite en commençant à frotter par ce même Pole depuis C au-delà de C B juſques en A, nous plaçames cet anneau ſur le milieu d'une roſe de papier, qui avoit à ſon centre une chape bien polie, à l'aide de laquelle il pouvoit tourner ſur ſon pivot. On trouva, que les deux points A & B de cet anneau étoient les Poles, & qu'il déclinoit du Nord vers l'Occident, & même de 20 degrés plus qu'une aiguille ordinaire de Bouſſole; mais lorſque nous frottames premierement la demi-circonférence C B A, & enſuite l'autre demi-circonférence C D A, le point A déclina du Nord vers l'Eſt, & cette déclinaiſon du Nord vers l'Eſt augmenta, en frottant deux ou trois fois de ſuite le côté C D A, ce qui nous fit comprendre que ce frottement de l'anneau ne pouvoit être d'aucun uſage, pour lui donner une direction conſtante. Pl. VIII. Fig. 16.

Lorſque nous tournames en-haut le côté inférieur de cet anneau, qui déclinoit ainſi du Nord vers l'Eſt, en plaçant le point A ſur le même endroit de la roſe, il déclina autant du Nord vers l'Occident qu'il avoit auparavant décliné du Nord vers l'Eſt.

§. 571. Nous primes donc un autre anneau, nommé R dans la Table, & nous frottames ſeulement ſes extrémités A & C, de la même maniere qne l'on a coutume de frotter une aiguille de Bouſſole; cet anneau reçut alors une direction fixe, & ſemblable à celle que prend l'aiguille de Bouſſole. Mais, quoique nous euſſions ſouvent frotté cet anneau, il ne reçut que peu de forces, c'eſt pourquoi nous nous aviſames d'un autre expédient, qui conſiſtoit à frotter l'anneau entier, afin de pouvoir communiquer des forces à toutes ſes parties.

§. 572. Pour cet effet, nous mimes ſur le Pole de l'aiman un morceau de fer E F G, dont l'extrémité ſupérieure étoit ronde, & qui s'étendoit davantage que le Diamétre d'aucun de nos anneaux. Ce fut donc ſur ce fer que nous frottames nos anneaux, en les poſant deſſus avec le Diamétre D B, & en terminant la route au point A. Nous mimes de la même maniere un ſemblable fer ſur l'autre Pole de l'aiman, & nous frottames auſſi ſur ce fer l'autre moitié de l'anneau D C B.

Nous trouvames que tous les anneaux frottés de cette maniere avoient une direction fixe, & déclinoient du Nord vers l'Occident de 10 degrés. Je n'ai pu ſçavoir, pourquoi les anneaux frottés ſur le Pole de l'aiman avoient une autre déclinaiſon que lorſqu'on les frottoit ſur ce fer E F G,

ou ſur un anneau de fer plus large placé ſur le Pole, car la déclinaiſon différoit alors de 3°, 30′. Nous frottames enſuite tous les anneaux ſur le fer EFG, qui étoit ſur le Pole de l'aiman, pour faire des expériences de même nature.

§. 573. Après avoir bien frotté d'aiman l'anneau nommé A, nous le poſames ſur une roſe, & après quelques balancemens, il déclina conſtamment de 10 degrés vers l'Oueſt.

L'anneau B, frotté de la même maniere, & placé ſur une autre roſe, déclina auſſi de 10 degrés vers l'Oueſt.

Sur cela, on mit l'anneau B dedans l'anneau A, de ſorte qu'ils avoient l'un & l'autre le même centre, le Pole Auſtral de B ſe trouvoit vis-à-vis du Pole Boréal de A; par-là, il ne reſta preſque point de direction, & ces deux anneaux qui étoient ainſi poſés ſur un Plan, ne ceſſerent alors, après quelques balancemens, de décliner tantôt vers l'Eſt avec le Pole Boréal de A, tantôt vers l'Oueſt, & même de diverſes manieres; de ſorte qu'une Bouſſole, faite de cette maniere, ſe trouve comme ſans action, parce que les Poles de chaque anneau affectoient de ſe jetter ſur le Méridien de l'aiman: mais lorſqu'on plaçoit le Pole Boréal de B vis-à-vis du Pole Boréal de A, le mouvement de la roſe devenoit fort vif, elle faiſoit pluſieurs balancemens, & elle venoit préciſément s'arrêter à 10 degrés de déclinaiſon du côté de l'Oueſt, parce qu'alors les deux Poles Septentrionaux des anneaux affectoient enſemble de ſe trouver vers le même point, qui eſt le Pole Septentrional de la direction de l'aiman.

§. 574. Après cela, nous mimes de nouveau l'anneau B dedans A, de ſorte que le Pole Boréal de B étoit à l'oppoſite du Pole Auſtral de A, & nous plaçames dedans B l'anneau C de telle maniere que ſon axe ou diamétre, tiré d'un Pole à l'autre, formoit avec l'axe de l'anneau B un angle de 11 degrés, & qu'ainſi ſon Pole Boréal déclinoit du Nord vers l'Oueſt plus que celui de A, ce qui empêcha la déclinaiſon du Nord vers l'Oueſt des anneaux A & B, & les força de ſe rendre ſur le véritable Méridien. Cependant la direction de cette ſorte de Bouſſole étoit foible, elle ne faiſoit que peu de balancemens, & cette foibleſſe étoit cauſe que la direction vers le véritable Nord ne ſe trouvoit pas toujours bien conſtante.

§. 575. Comme ces trois anneaux ne différent pas beaucoup en grandeur, nous préſumames, que leur action mutuelle pouvoit être trop forte, ce qui nous fit prendre la réſolution de faire l'eſſai de trois autres anneaux, A, C, E, & nous plaçames le Pole Auſtral de C tout à l'oppoſite du Pole Boréal de A; nous remarquames alors, qu'il y avoit réellement beaucoup plus d'action dans cet appareil, que dans les précédens A & B, mais ſa direction n'étoit pas du tout conſtante, puiſque le Pole Boréal de A déclinoit vers l'Oueſt de 5, 6, 7 ou 8. degrés. Il ne laiſſoit pourtant pas de décliner toujours vers l'Oueſt, ce qui n'étoit pas arrivé dans l'expérience précédente. Sur cela, nous mimes l'anneau E dedans C, de ſorte que ſon axe formoit avec celui de C un angle de 42 degrés, en

plaçant

plaçant le Pole Boreal de E du même côté vers lequel le Pole Boréal de A étoit tourné ; mais il déclinoit de cette maniere de plus de 42 degrés vers l'Oueſt , ce qui empêcha la déclinaiſon de A , & cet anneau fut forcé par la grande déclinaiſon de l'anneau E vers l'Oueſt , de décliner moins vers ce même coté qu'il n'avoit fait auparavant , & de ſe rendre par conſequent ſur le véritable Méridien. Ces deux expériences des §§. 574, 575. font voir clairement , que la déclinaiſon vers l'Oueſt des anneaux intérieurs C & B , étant plus forte que celle des anneaux extérieurs A & B , ou A & C , étoit la ſeule cauſe qui obligeoit ces derniers à décliner auſſi vers l'Oueſt , & que l'action de ces mêmes anneaux intérieurs eſt d'autant plus forte qu'ils ſont plus grands ; c'eſt pourquoi dans l'expérience du §. 574, l'axe de l'anneau intérieur C n'avoit beſoin que de former un plus petit angle avec les axes des anneaux A & B, comme devoit auſſi faire dans l'expérience du §. 575 , le plus petit anneau B avec les anneaux A & C. Nous avons trouvé dans pluſieurs autres expériences que cela étoit conſtamment vrai. En effet , en nous ſervant des trois anneaux , A, C, D, l'axe de D devoit ſeulement former avec celui de A & C , un angle de 32 degrés ; & pour les anneaux A , F , H , l'axe de l'anneau H ne devoit former avec les axes de A & F , qu'un angle de 32 degrés. Pour les anneaux K, L, M, il falloit ſeulement que M formât un angle de 12 degrés avec les axes de K & L, & cela ſuffiſoit pour empêcher la déclinaiſon. Et , lorſque nous nous ſervions des anneaux K , L , F , nous étions obligés de placer l'axe de F de telle maniere qu'il formât un angle de 22 degrés avec l'axe de K & L , avant que K ceſſât de décliner. Puiſque l'anneau B eſt plus grand & plus peſant que F , il ſuffiſoit que dans les anneaux K, L, B, l'axe de B formât ſeulement avec les axes de K & L un angle de 18 degrés , pour pouſſer l'axe de K ſur le véritable Méridien. Ces expériences ſuffiſent pour confirmer ce que nous venons d'avancer.

§. 576. Nous avons auſſi remarqué , que l'anneau intérieur peut être quelquefois trop foible pour forcer les deux autres anneaux extérieurs , & que par conſequent il ne peut pas les empêcher de continuer à décliner. Ce manque de forces ſuffiſantes vient de deux ſortes de cauſes , ou de ce que l'anneau eſt trop petit , ou de ce qu'il eſt trop leger. Lorſque nous nous ſervimes des anneaux A , G , I , nous obſervames , que quel que pût être l'angle formé par l'axe de I avec les axes de A , K, G , ſa déclinaiſon du véritable Méridien ne laiſſoit pas d'etre du moins de 8 degrés. Ce ſeroit trop nous étendre , que de joindre ici toutes les autres expériences que nous avons faites avec des anneaux , ou d'y ajoûter les conſequences , que nous pourrions en tirer. Nous ne pouvons cependant nous diſpenſer d'éxaminer ſi une ſemblable Bouſſole , compoſée de trois anneaux , & qui ne décline pas dans ce Pays , reſteroit ſans déclinaiſon , ſi on pouvoit la tranſporter dans un autre endroit où la déclinaiſon ſeroit plus grande ou plus petite.

Suppoſons que nous nous trouvions dans un endroit où l'aiman ne dé-

cline pas ; comment y devra-t-on placer les trois anneaux A, B, C, pour les empêcher de décliner. Il eſt hors de doute, que ſi les axes des deux anneaux A & B forment une même ligne, & que le Pole Boréal de A ſoit ſitué vis-à-vis du Pole Auſtral de B, il n'y aura point de déclinaiſon en cet endroit ; c'eſt pourquoi il faut que l'axe de l'anneau intérieur C tombe auſſi ſur les axes précédens, & que ſon Pole Boréal ſoit tourné du même côté que celui de A ; & alors ces trois anneaux reſteront auſſi ſans déclinaiſon.

Mais pour empêcher chez nous la déclinaiſon, il faudroit que l'axe de l'anneau C formât avec ceux de A & B un angle de 11 degrés : comment donc cette Bouſſole pourra-t-elle reſter ſans déclinaiſon lorſqu'on viendra à la tranſporter dans l'endroit précédent, à moins qu'on ne voulût ſuppoſer que l'anneau C ne laiſſeroit pas d'agir de la même maniere, quelle que fût ſa ſituation à l'égard de A & B ; mais c'eſt ce qui n'arrive pas, comme il eſt demontré par les expériences. En effet, ce n'eſt qu'après avoir fait bien des recherches que nous avons trouvé, que l'axe de l'anneau C devoit former avec ceux de A & B un angle de 11 degrés, ſi nous voulions empêcher la déclinaiſon de A. Lorſque l'axe de C formoit à l'Oueſt avec celui de A un angle de 45 degrés, alors A déclinoit du Nord à l'Eſt de bien 50 degrés : quand l'angle de l'axe de C faiſoit avec A 22 degrés, alors A déclinoit du Nord vers l'Eſt de bien 20 degrés. Si l'on ſe trouvoit dans un endroit où la déclinaiſon du Nord à l'Oueſt ſeroit plus grande qu'ici, l'axe de l'anneau C devroit former un plus grand angle avec ceux de A & B, pour faire abandonner à ces anneaux leur déclinaiſon vers l'Oueſt & les forcer davantage à ſe rendre ſur le véritable Méridien, de ſorte qu'en ſuppoſant une Bouſſole dans cet endroit, elle n'indiqueroit certainement pas également dans ce Pays, ni ailleurs où il n'y a naturellement point de déclinaiſon.

2°. Que le véritable Méridien ſoit NZ, que celui de l'aiman ſoit ici XY, & que l'anneau C forme avec ſon axe & celui de l'anneau A l'angle CPA de 11. degrés, alors l'anneau A ſe rendra ſur le véritable Méridien NZ, mais il affectera de ſe jetter ſur XY par ſa preſſion contre l'action de l'anneau C : l'anneau B affectera auſſi de ſe rendre avec ſon Pole M en XY. Par conſequent, ſi on tranſporte cette Bouſſole dans un endroit où la déclinaiſon vers l'Oueſt ſoit plus grande, il faudra que l'anneau A ſe porte vers l'Oueſt avec plus de force qu'auparavant, puiſqu'il en eſt plus éloigné, & que l'anneau B ſoit pouſſé moins fortement avec ſon Pole M vers l'Oueſt, puis qu'il en eſt plus proche qu'auparavant ; & l'anneau C déclinera auſſi moins vers l'Eſt, ſe trouvant plus proche du Méridien de l'aiman qu'auparavant : c'eſt pourquoi la force de l'anneau A vers l'Oueſt ſera plus grande, & rencontrera moins de réſiſtance qu'auparavant, il ſe tournera donc auſſi vers l'Oueſt, & il ne reſtera pas ſans déclinaiſon.

Pl. VIII. Fig. 18.

Ces raiſonnemens nous portent à conclure, qu'une Bouſſole faite de cette maniere avec trois anneaux, ne ſçauroit reſter par toute la Terre ſans décliner, c'eſt pourquoi on auroit encore beſoin pour cet effet de quelques autres

autres expédiens : nous ne difons pas, que la chofe foit impraticable, mais nous propofons feulement ici nos découvertes, accompagnées de quelques raifonnemens.

On s'attendra peut-être que nous expofons ici les expériences que nous avons faites en frottant les anneaux fur des barres d'acier, qui étoient douées de la vertu magnétique ; mais nous n'en dirons rien à préfent, pour ne pas trop nous étendre : d'ailleurs elles ne font pas de fi grande importance, que l'on pourroit peut-être s'imaginer, car ces barres ne communiquent pas tant de force aux anneaux, que fait un bon aiman.

Il feroit fort à fouhaiter pour l'avantage de la Navigation, que l'on pût faire une Bouffole qui ne déclinât pas : ceux-là font tout-à-fait dignes de louange, qui employent leur temps à cette recherche ; & quoiqu'ils ne parviennent pas au but qu'ils fe propofent, ils ne laifferont pourtant pas, en faifant de nouvelles expériences, d'enrichir cette Science, & ils meriteront par-là que leur nom foit confacré à l'immortalité.

§. 577. Ce feroit ici le lieu de dire & de faire voir, quelle eft la caufe de la variation de l'aiguille de Bouffole ? Pourquoi elle ne décline pas du véritable Méridien dans plufieurs endroits de notre Globe, tandis qu'elle décline ailleurs vers l'Occident, & dans d'autres endroits vers l'Orient ? Pourquoi décline-t-elle plus ou moins dans le même endroit, non-feulement toutes les années, mais prefque tous les jours, & même à chaque heure? La déclinaifon, qui étoit autrefois en Hollande à l'Orient, & qui depuis l'année 1665 a commencé d'être à l'Occident, continuera-t-elle de s'avancer vers l'Occident, ou reprendra t'elle la route de l'Orient ? Combien de temps faudra-t-il pour cela ? Je vous avoue franchement, que je ne fçaurois répondre à aucune de toutes ces demandes, quoique j'aye pris beaucoup de peine & employé bien du temps à éxaminer avec foin toutes chofes, à faire des expériences, à marquer les découvertes que j'avois faites moi-même auffi-bien que celles des autres, & enfin à les comparer toutes enfemble : je rencontre par-tout des difficultés, ne trouvant rien qui foit bien démontré ou qui me fatisfaffe ; on devra encore faire auparavant pendant quelques Siécles d'éxactes Obfervations, après lefquelles tout fe développera peut-être alors comme de foi-même. Jufqu'à préfent l'opinion, qui paroît la plus probable, c'eft celle du grand Philofophe Halley, (ce qu'on ne doit pourtant regarder que comme une fimple fuppofition) qui croit que notre Globe renferme un gros aiman, détaché tout autour de la furface extérieur de la Terre, lequel tourne autour de fon propre axe & fait fes vibrations ; que cet aiman attire à lui tout ce qui eft doué de quelque vertu magnétique, & que par fon mouvement non interrompu il entretient la déclinaifon de l'aiguille de Bouffole dans une variation continuelle.

§. 578. Quelques Philofophes fe font autrefois imaginés, qu'il y a une matiere magnétique repanduë dans l'air autour de notre Globe, qu'elle entre dans le Pole Septentrional, fortant enfuite de nouveau par le Pole Méridional, & que fe difperfant tout autour de la Terre, du Pole Auf-

tral

tral vers le Pole Boréal, elle communiquoit à la Bouſſole & à l'aiman une direction vers le Nord & le Sud. Aujourd'hui ce ſentiment ne peut plus ſe ſoutenir, quand même on accorderoit à ces Philoſophes, qu'il ſe trouve une matiere magnétique repanduë dans l'air; car ſi elle ſortoit de l'un des Poles de la Terre, & qu'elle allât s'écouler vers l'autre Pole, ſon écoulement feroit prendre par-tout à la Bouſſole une direction vers le véritable Méridien, & elle ne manqueroit pas d'avoir toujours la même direction dans le même endroit, ce qui ne s'accorde pas avec aucune des Obſervations d'aujourd'hui, par leſquelles il paroît que la déclinaiſon ne vient pas delà, non plus que ſa variation journaliere; c'eſt pourquoi ce ſentiment a été rejetté, & avec raiſon, par toutes les Perſonnes de bon ſens.

§. 579. Le ſubtil Monſieur Bieſter (*a*), Médecin, a tâché de nous donner après Monſieur Halley un Abbrégé clair de cette déclinaiſon; & comme il mérite qu'on y faſſe quelqu'attention, je le joindrai ici, quoique ce ſentiment ne ſoit encore juſqu'à préſent qu'une ſimple ſuppoſition.

1°. Si l'on prend un aiman rond, & qu'on mette deſſus une aiguille aimantée, elle ſe tournera vers les deux Poles de l'aiman, & ſe trouvera par conſequent ſur le Méridien de l'aiman.

2°. Si l'on conçoit une boule, dont l'axe ſoit le même que celui de l'aiman rond, les Poles de tous les deux ſeront les mêmes, & leurs Méridiens ſeront auſſi les mêmes; c'eſt pourquoi une aiguille de Bouſſole poſée ſur la ſurface de cette boule, ſe tournera vers les Méridiens.

3°. Mais ſuppoſons que l'axe de la boule ne ſoit pas le même que celui de l'aiman, mais qu'ils ſoient éloignées l'un de l'autre; ils peuvent être alors ſitués en ligne paralléle l'un à l'égard de l'autre, ou non; ou bien ils peuvent ſe couper, ou non: ſuppoſons qu'ils ſe coupent, quoique ce ſeroit la même choſe quant à pluſieurs Phénoménes, ſi l'on adoptoit l'autre ſuppoſition.

4°. Concevons qu'on aît décrit ſur la boule des Méridiens qui paſſent par les Poles, & qu'il s'y trouve auſſi un Equateur.

5°. On peut auſſi concevoir, qu'on y aît décrit des Méridiens magnétiques, qui paſſent par les Poles de l'aiman, de même qu'un Equateur. Ces Méridiens magnétiques couperont donc alors les autres Méridiens ſphériques.

6°. Si l'on met une aiguille de bouſſole ſur cette boule, il faudra qu'elle ſe tourne vers l'un des Méridiens magnétiques: par conſequent ſi l'un de ces Méridiens magnétiques eſt le même que le Méridien de la boule (tel qu'eſt ſur le Globe céleſte, le Cercle, auquel on donne le nom de *Colure des Solſtices*,) alors la Bouſſole ſera ſans déclinaiſon: mais ſi l'on met la Bouſſole ſur un autre Méridien, qui coupe le Méridien magnétique, il faudra alors qu'elle décline du Méridien de la boule; & la déclinaiſon devra être ou Orientale ou Occidentale, ſelon que le Méridien

(*a*) *The préſent State of Republick of Letters*, A. 1430. pag. 401.

Méridien magnétique sera situé à l'Orient ou à l'Occident du Méridien de la boule.

7°. Et comme divers Méridiens magnétiques passent par un seul Méridien de la boule, il faut que la déclinaison varie en divers endroits du Méridien de la boule, selon la différence de l'angle, où ces deux Méridiens se coupent mutuellement. Cela se voit fort bien sur un Globe céleste, si l'on prend le Pole de l'*Ecliptique* pour le Pole de l'aiman, & le Pole du Globe pour le Pole de la boule, & le Méridien de cuivre pour le Méridien de la Boule, qui est coupée diversement par les Méridiens, lesquels passent par les Poles de l'*Ecliptique*, sur tout lorsque le *Colure des Solstices* est tourné à l'Orient & à l'Occident, & que l'axe du Globe est situé verticalement.

8°. Puisque la distance de l'axe magnétique est alors toujours la même, la déclinaison de la Boussole sera aussi toujours la même sur le même endroit de la boule. Mais si la distance des Poles vient à changer, il faudra de nécessité que la déclinaison de la Boussole, qui reste sur le même endroit, varie aussi.

9°. Lorsque nous consultons la Carte, en jettant les yeux sur l'endroit où la déclinaison de l'aiman est marquée, & que nous considerons la ligne qui est sans déclinaison, laquelle passe par la Mer Atlantique, sans oublier de faire attention à l'autre ligne qui passe par la Chine & la Nouvelle Hollande; nous voyons, qu'il y a entre ces deux lignes une déclinaison occidentale, qui augmente, à mesure qu'elle s'éloigne davantage des lignes qui n'ont point de déclinaison. Mais la déclinaison est orientale de l'autre côté de ces lignes, qui sont sans déclinaison, comme cela se voit dans la Mer du Brésil, & à l'Orient de la Nouvelle Hollande.

Planche XXVIII.

Il paroît par-là, qu'il doit y avoir un Méridien magnétique qui se rende vers le Sud, traversant une partie de l'Amérique Méridionale, par les points verticaux des lignes courbes, & par le milieu de l'endroit où se trouve la plus grande déclinaison.

Il faut aussi qu'il y ait un autre Méridien magnétique vers le Sud, qui traverse l'Arabie, Madagascar, & l'Ocean Indien, par les points verticaux des lignes de déclinaison, & par l'endroit où se trouve la plus grande déclinaison. Il doit y avoir un Pole magnétique à l'endroit où se fait la jonction de ces deux Méridiens magnétiques.

10°. On remarque de même dans la Mer du Sud une déclinaison de 10 degrés vers l'Est, d'où un autre Méridien magnétique doit aussi se rendre vers le Sud. En supposant seulement qu'il y ait un Pole Austral magnétique, il faut que cette ligne se rende au même Pole avec la précédente : on n'a pas encore fait jusqu'à présent un assez grand nombre d'observations pour pouvoir déterminer cela.

11°. Mais puisque les deux lignes, qui sont sans déclinaison, sçavoir celle qui passe par la Mer Atlantique, & celle qui traverse la Nouvelle Hollande, ne sont pas éloignées l'une de l'autre d'un demi-cercle, l'axe de

de l'aiman devra être plus petit que l'axe de la Terre, & il en sera séparé ; de sorte que les Poles magnétiques ne sont pas directement vis-à-vis l'un de l'autre dans une ligne, qui passe par le centre de la Terre.

12°. Comme on a remarqué sur chaque endroit de la Terre une grande variation dans la déclinaison pendant l'espace de cent ans, il faut que ces Poles soient aujourd'hui en quelqu'autre endroit, différent de celui où ils étoient auparavant : il faut même qu'ils se trouvent dans un mouvement continuel, puisque la déclinaison varie à chaque heure du jour.

Nous n'en dirons pas davantage dans cet Ouvrage, n'ayant d'autre dessein que de donner seulement quelqu'idée de la maniere où les déclinaisons de la Boussole doivent être sur notre Globe ; ceux qui en veulent sçavoir davantage peuvent consulter Monsieur Halley.

§. 580. Les faiseurs de Boussoles se sont appliqués à découvrir, comment ils devoient s'y prendre pour faire des Boussoles les plus mobiles & les meilleures qu'il seroit possible pour les gens de Mer : ils en ont essayé de diverses sortes, dont je ne ferai pas ici mention ; je me contenterai de dire, que la plus simple est la meilleure de toutes ; ce ne doit être qu'une aiguille droite, faite d'acier le plus rafiné, qu'on n'a fait qu'allonger en le forgeant, & qui ne soit pas double en aucun endroit, & qui n'ait ni gerçures, ni crevasses. On peut faire ces aiguilles de diverses longueurs ; celles dont on se sert le plus souvent sur les Vaisseaux n'ont pas plus de 10 pouces de long, quoiqu'elles soient assez grandes lorsqu'elles n'ont que 4, 5, & 6 pouces. J'ai fait voir dans ma Dissertation sur l'aiman, quelle doit être leur épaisseur ou pesanteur, à proportion de leur longueur.. Je me contenterai d'ajouter ici ce que j'ai découvert depuis la composition de cet Ouvrage, avec le secours de deux habiles Ouvriers, Jacob Dykgraaf & Jacob Lommers. Voici quelle est la meilleure figure de l'aiguille. Elle doit être droite, mais il ne faut pas qu'elle soit également large par tout : on a coutume de lui donner le plus de largeur & d'épaisseur dans le milieu, & en avançant de-là vers les extrémités, & on la rend toujours insensiblement plus étroite & plus mince jusqu'à ce qu'elle finisse en pointe. Mais comme on doit communiquer la plus grande vertu magnétique aux deux extrémités, parce-qu'étant les plus éloignées du centre de mouvement elles peuvent produire la plus grande mobilité, il faut aussi pour cette raison qu'elles soient en état de pouvoir recevoir cette même vertu, & la conserver ; c'est pourquoi l'expérience a appris, qu'à compter du petit bouton du milieu, nommé *Chapelle* ou *Chape*, les aiguilles doivent plutôt aller en s'élargissant vers les extrémités, & qu'il faut les faire finir par un large bout, en y marquant le milieu d'une simple ligne ; ou qu'on doit les faire aboutir tout-à-coup en une pointe obtuse, de maniere cependant que le milieu de l'aiguille reste assez gros & assez fort pour ne pas se plier, & pour pouvoir rester droite, en cas qu'elle puisse choquer contre

quelque

quelque chose, ou qu'on vienne à la secouer. Il faut souder sur le milieu de l'aiguille, avec de la soudure forte, un petit bouton d'un métal composé de cuivre & d'étaim, que l'on doit creuser en-dedans, & polir ensuite sa concavité avec un poinçon qui soit bien poli tout à l'entour, de sorte que la concavité ne finisse pas en pointe par en-haut, mais en forme de boule concave : on peut aussi la polir avec un morceau de bois de tilleul, bien doux, & de la potée d'étaim avec du brandevin. On doit ensuite donner la trempe à cette aiguille, &, après l'avoir bien polie de nouveau, il faut l'amollir, en donnant à la trempe une couleur bleue ou d'un jaune clair, tout cela selon que l'acier est plus ou moins rafiné; c'est pourquoi on doit faire diverses aiguilles avec le même acier; leur donner une trempe différente, & essayer ensuite, dans lequel degré de trempe une aiguille reçoit le plus de vertu du même aiman : on doit donner à tous les compas, qui ont été faits du même acier, le même degré de trempe, qui s'est trouvé dans les meilleures aiguilles. La trempe que l'on donne à une aiguille est une chose qui importe ici beaucoup, car celle qui est trop dure ou trop amollie ne recevra pas de l'aiman autant de vertu, qu'une autre à laquelle on a donné le degré de trempe qui lui convenoit.

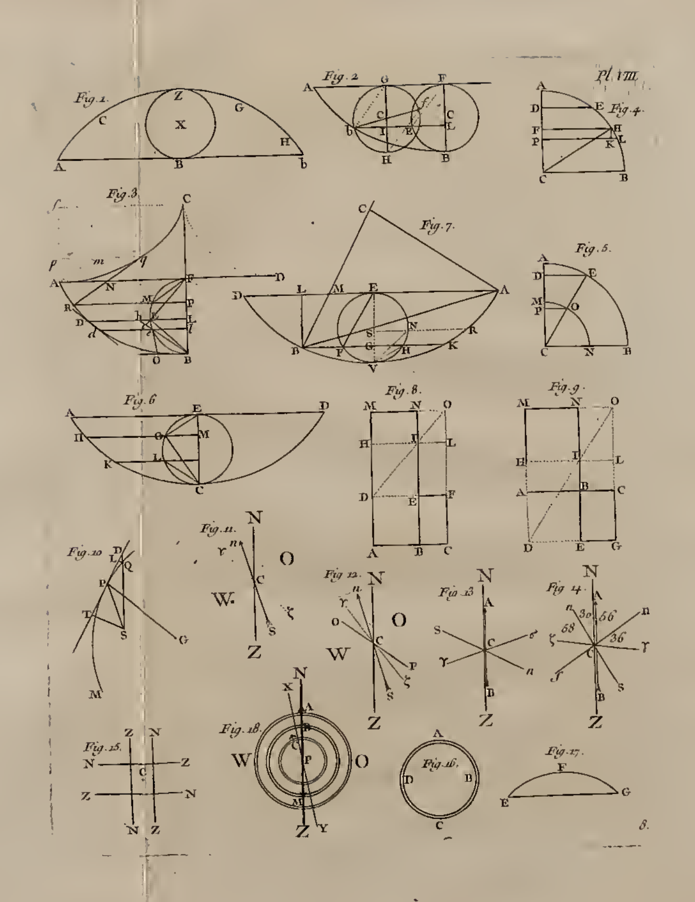
§. 581. On a coutume de faire sur les aiguilles de Boussole des Chapelles de laiton, ou du moins on les fait tourner avec ces sortes de Chapes. On se sert aussi de petits pivots fort minces, faits de fil de laiton, sur lesquels les aiguilles tournent. La vuë dans laquelle on fait cela, c'est afin que le pivot de cuivre empêche la dissipation de la vertu magnétique du compas; c'est aussi afin qu'il ne se rouille pas, & que le mouvement de l'aiguille reste toujours libre. Cependant j'ai remarqué, que le cuivre ne tournoit pas assez commodément sur du cuivre, & que la petite pointe de cuivre étant trop souple, elle s'usoit trop facilement, se plioit & s'émoussoit, dès qu'elle venoit un peu à tourner, à être secouée & heurtée, de sorte que l'aiguille n'avoit plus alors le mouvement qu'elle doit avoir. C'est ce qui m'a porté à faire la chape d'un métal, dont on a coutume de composer les miroirs ardens, & que j'ai eu soin de bien polir : j'ai fait aussi la pointe du pivot, sur lequel l'aiguille tourne, d'acier trempé, bien uni & bien poli; d'où il arrive que l'aiguille bien aimantée venant à être mise en mouvement sur ce pivot, fait bien 100 vibrations, avant que de s'arrêter. Il y a déja long-temps que je me suis servi de ces sortes de compas avec beaucoup de succès, & je doute fort qu'on puisse mieux réüssir & donner quelque chose de meilleur en travaillant sur ce modéle.

§. 582. Mes Disciples m'ont souvent demandé, quelle étoit la meilleure maniere de bien aimanter une aiguille de Boussole, d'autant plus que plusieurs faiseurs de Compas en font un grand secret, tandis que d'autres font sonner la chose fort haut, comme si elle renfermoit de grands mystéres. J'ai bien voulu ne rien cacher sur cet article, & communiquer au Public tout ce que j'ai pu découvrir de meilleur par les re-

cherches que j'ai faites. On peut frotter ces aiguilles ou ſur les Poles de l'aiman même, ou ſur les pieds d'un aiman armé. Pluſieurs faiſeurs de Compas ſe ſervent des Poles d'un aiman non armé, lorſque les Poles de cet aiman ſe terminent en quelque ſorte en pointe ; on met un des Poles de l'aiman en-haut, & on poſe deſſus un des bouts de l'aiguille, à-peu-près vers le milieu entre la chape & la pointe, on tire l'aiguille lentement vers la pointe, en la preſſant bien fort contre l'aiman, de ſorte que l'on ſente qu'elle s'y attache ; lorſqu'on eſt arrivé à l'extrémité de la pointe, on continue comme à l'éloigner de la pierre à la diſtance de ſix ou huit pouces, enſuite en la levant de nouveau on la reporte ſur le Pole au même endroit où elle étoit d'abord, & on l'y frotte encore de la même maniere qu'on avoit fait auparavant, ce qu'on réïtére juſqu'à 20 ou 30 fois ; après cela, on retourne l'aiguille, & on frotte ſur le même Pole le côté de deſſous tout comme on a frotté celui de deſſus : on renverſe alors l'aiman, afin que l'autre Pole ſe trouve en-haut : on place ſur ce Pole l'autre bout de l'aiguille, que l'on poſe auſſi vers le milieu entre la chape & l'extrémité de la pointe, & on fait paſſer ſur le Pole l'aiguille, que l'on tire vers la pointe, en la frottant ſur ce même Pole autant & tout de même quelle a été frottée ſur le premier. En frottant de cette maniere les Aiguilles de Bouſſole ſur un bon aiman, on peut leur communiquer beaucoup de vertu, quelque longues qu'elles puiſſent être ; cette vertu ſera même aſſez forte pour un Compas de Mer.

Mais en frottant l'aiguille ſur un aiman armé, on pourra lui communiquer plus de forces. On peut frotter l'aiguille ou ſur les pieds, ou contre les pieds par-dehors : on peut le faire ſur les pieds en trois manieres, ſoit dans la même ligne droite où les deux pieds ſont ſituées ; ſoit dans une ligne qui tombe perpendiculairement ſur celle qui paſſe par les deux pieds ; ſoit enfin dans deux lignes, qui forment entr'elles en-dedans un V ou un angle aigu. On peut choiſir indifféremment l'une ou l'autre de ces manieres, quoiqu'un excellent Artiſte Jacob Lommers ait trouvé que la derniere étoit la meilleure pour les longues aiguilles : car on doit toujours avoir ſoin, que l'aiguille ne touche à la fois qu'un ſeul pied de l'aiman, & qu'elle ne reçoive la vertu d'un Pole que dans un temps. On doit paſſer l'aiguille ſur les pieds de l'armure de la même maniere que j'ai dit que cela devoit ſe faire ſur l'aiman non armé : on ne doit pas les frotter autrement, quand on le veut faire en-dehors contre le pied, & de cette maniere on gâtera moins l'armure, & on n'en communiquera pas pour cela moins de forces à l'aiguille. L'habile Ouvrier Jacob Dykgraaf m'a encore appris une autre maniere, par laquelle on donne à l'aiguille la plus grande vertu qu'on ait jamais pu lui donner juſqu'à préſent. Il poſe l'aiguille ſur une planche unie, ſur laquelle il y a une petite cavité, pour y mettre la chape des aiguilles ; il prend enſuite deux aimans bien armés & qui ont beaucoup de force, mettant le pied Boréal de l'un ſur l'aiguille tout proche de la chape, & le pied auſtral du ſecond de l'autre côté de la chape, & il frotte alors

en


Pl. VIII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
8.

en même temps sur l'aiguille ces deux pierres, les séparant l'une de l'autre, jusqu'à ce qu'elles arrivent ensemble au-delà des deux extrémités des pointes ; il remet ensuite ces pierres sur l'aiguille de la même maniere qu'auparavant, pour réïterer le frottement ; après quoi il retourne l'aiguille, & la frotte de nouveau avec les mêmes Poles des deux pierres, comme il avoit fait la premiere fois. De cette maniere l'aiguille reçoit en même temps la vertu magnétique sur ses deux bouts & sur toutes les autres parties de son corps, & elle devient aussi mobile qu'il est possible.

§. 583. Les Aiguilles de Boussole étant ainsi frottées, on les garde sur leur pivot dans une boëte de bois, d'yvoire ou de cuivre. Les boëtes de bois se retirent trop, & ne sont pas propres pour pouvoir être bien divisées. L'yvoire est meilleur, mais il coute beaucoup, & il ne peut pas résister long-temps au grand air ; le cuivre est ce qu'il y a de meilleur, mais quelques Sçavans ont remarqué, qu'il entre du fer dans le laiton par la négligence des Fondeurs, ce qui fait branler la Boussole, puisqu'elle est alors ou dans un continuel mouvement, ou qu'étant une fois hors de sa place, elle ne s'y remet pas facilement. Ce qu'on avance ici en dernier lieu est bien vrai, mais cela n'arrive pas moins quoiqu'on mette les aiguilles dans toutes autres sortes de boëtes, soit de bois, d'yvoire, de pierre ou de cuivre ; ce qui vient de ce qu'il y a toujours quelque frottement causé par la chape de l'aiguille sur son pivot, frottement qui empêche le mouvement le plus imperceptible, lequel est nécessaire pour rendre égale la derniere direction de l'aiguille ; d'ailleurs la vertu magnétique de notre Globe n'est jamais tout-à-fait sans action. Il est pourtant vrai, qu'il se trouve dans une boëte de laiton une certaine matiere, qui pourroit agir sur l'aiman, ce qui vient de la pierre nommée calaminaire, que l'on mêle avec le cuivre rouge. J'ai remarqué en effet, qu'en mêlant de cette pierre avec du charbon de bois, & en le faisant rougir pendant quelque temps sur le feu dans un creuset, il se trouvoit alors dans la pierre calaminaire plusieurs parties, qui étoient attirées par l'aiman. Or, lorsqu'on veut faire du laiton avec du cuivre rouge, on mêle 7 ℔ de pierre calaminaire avec 5 ℔ de cuivre rouge, en y ajoutant du charbon de bois, & on remplit entierement le creuset de ce mélange, que l'on fait fondre ensemble dans un feu bien ardent. On communique par consequent ici à la pierre calaminaire, par le moyen du charbon de bois, la même disposition pour pouvoir être attirée par l'aiman, que celle que je produisois auparavant, quoique le mêlange se fasse ici en même temps avec le cuivre. On peut consulter sur cela les *Transf. Philos.* n°. 260.

§. 584. Si l'on fiche un axe dans le milieu d'une aiguille, en sorte qu'elle soit comme une balance, & qu'après l'avoir mise en équilibre on la frotte sur l'Aiman, cette partie de l'aiguille, qui est dirigée vers le Nord, trébuchera & descendra dans notre Hémisphère Boreal de la Terre ; mais dans l'Hémisphére Méridional, la pointe de l'aiguille, qui

regarde le Midi, s'inclinera à l'horison. On donne à cet abaissement ou dépression de l'aiguille le nom d'*Inclinaison*. Cette Inclinaison varie beaucoup dans les diverses régions de notre Globe, & elle varie même chaque jour dans un seul & même Pays: cette variation dépend aussi de la différente longueur de l'aiguille, & du plus ou moins de force qu'elle reçoit de l'aiman. J'ai marqué dans la même Carte, Planche XXVIII. diverses Inclinaisons qui ont été observées par Monsieur Pound. Par exemple en Espagne, l'Inclinaison est de 48° 10'; proche de l'Equateur de 3°. 30'; & un peu plus bas de 10°. Les nombres, qui se trouvent çà & là sur cette Carte, marquent ces Inclinaisons. J'ai trouvé, que cette Inclinaison étoit à Utrecht au commencement de l'année 1735 de 75. 76 & 77 degrés, ce qui est beaucoup plus que ce qui a été observé par Monsieur Pound. Selon la remarque de Monsieur Richer, l'Inclinaison étoit à Paris en 1671 de 70°; mais elle étoit en Amérique dans l'Isle de Cayenne de 50°, quoique cette Isle soit située à 4° 56 de Latitude Septentrionale.

Il est vraisemblable, que cette aiguille d'inclinaison se dirige vers le Pole magnétique, ce qui fait voir clairement, que le Pole magnétique Septentrional doit être situé dans un autre endroit que le Pole Septentrional de notre Globe. Mais on ne peut rien conclure de certain de cette inclinaison de l'aiguille, parce qu'elle dépend de la grandeur de l'aiguille, & du plus ou moins de force de l'aiman sur lequel elle a été frottée; de sorte qu'on ne peut pas dire, que l'on a un angle certain ou véritable par le moyen de cette inclinaison. Qu'on ne se laisse donc pas tromper par ces sortes d'aiguilles ou par d'autres semblables, comme si elles nous découvroient quelque chose de certain.

§. 585. Si l'on place quelques Corps d'acier oblongs l'un joignant l'autre dans un tuyau à demi ouvert, que l'on suppose être dans le Méridien magnétique, lequel est indiqué par la Boussole ordinaire & par une aiguille d'inclinaison, & qu'on frotte alors ces Corps d'un bout à l'autre avec un autre Corps d'acier, dont une extrémité soit en-haut & l'autre en-bas, ils recevront tous après quelques frottemens une vertu magnétique considérable, de sorte qu'on peut en tout temps produire de cette maniere d'excellens aimans, qui n'auront pas moins de force que les aimans naturels. Cette découverte est de Monsieur Savery, & elle a été confirmée par A. Marcel. Si l'on mettoit ces barres dans quelqu'autre situation, ils recevroient bien par le frottement de l'autre Corps une vertu magnétique, mais qui seroit plus foible. On peut communiquer de cette maniere la vertu magnétique aux aiguilles de Boussole, & on verra alors, que l'extrémité, par laquelle on commence le frottement, sera le Pole Septentrional, & que celle par laquelle on finit, sera le Pole Méridional. Marcel a frotté de cette maniere avec une barre un long morceau d'acier; il commençoit à frotter par un bout jusques au milieu, & recommençoit ensuite par l'autre bout en continuant de même jusques au milieu: il arriva de-là, que ce morceau

d'acier

d'acier se trouva avoir trois Poles, deux Poles Septentrionaux aux extrémités, & un Pole Méridional au milieu : mais lorsqu'il frottoit ce morceau d'acier en commençant par le milieu jusqu'au bout, & cela de chaque côté, on lui trouvoit deux Poles Méridionaux aux extrémités, & un Pole Septentrional au milieu. *(a)* Il m'est pourtant arrivé, de rencontrer du fer auquel, quoiqu'il fût bien adouci, je n'ai pu communiquer qu'une force magnétique fort médiocre, en le frottant avec une barre de fer.

§. 586. Si l'on est curieux de voir, de quelle maniere la vertu magnétique agit tout autour de l'aiman, il en faut mettre un non armé sur un morceau de glace de miroir, & répandre autour de cette pierre à quelque distance un peu de limaille de fer, ou plutôt du sable noir, dont j'ai parlé au §. 558. & alors en frappant doucement sur cette glace, on verra comment ce sable s'arrange & forme diverses lignes, dont les unes sont courbes & les autres droites, ces dernieres se trouvant placées directement devant les Poles, ce qui peut faire connoître où les Poles de cette pierre sont situés. On peut faire la même chose autour d'une barre de fer frottée sur l'aiman.

§. 587. Nous venons d'exposer divers phénoménes de l'aiman, mais quelle est la véritable cause de tous ces phénoménes ? Qu'est-ce qui dirige l'aiguille, ou qui la fait incliner, comme je l'ai dit aux §§. 560. & 583. Tout cela dépend-il de l'action d'un gros aiman renfermé dans les entrailles de la Terre, vers lequel tous les autres aimans, & tous les Corps doués de la vertu magnétique sont attirés ; & ce gros aiman tourne-t-il autour de son axe avec un mouvement différent de celui de notre Globe, comme le croit Monsieur Halley ? Ou bien, les effets que produit l'aiman dépendroient-ils de certains écoulemens fort subtils, semblables à ceux de l'ambre ? Il ne sera pas facile de prouver la premiere de ces opinions ; & supposé que cela fut vrai, on ne verroit pas encore, pourquoi ce gros aiman, renfermé dans le sein de la Terre, agiroit sur ceux qui se trouvent sur ce Globe, ou sur les aiguilles de Boussole, dont il est si éloigné. Le second sentiment n'est pas encore non plus fort clair, ou du moins il est sujet à de grandes difficultés. En voici quelques-unes que je vais rapporter.

1°. Si il sort de l'aiman certains écoulemens qui soient corporels, & comme un liquide subtil ou quelqu'espece d'air, ils pourront repousser les autres Corps qu'ils rencontrent, mais ils ne les attireront pas vers l'aiman. 2°. Si les écoulemens, qui s'échappent d'abord de l'aiman, retournoient vers cette pierre, il seroit impossible, que l'attraction qu'ils produisent fût plus forte que la répulsion. Cela paroît par les Corps électriques, & par le tube de verre frotté, qui repoussent le noir de lampe contre le papier avec tant de force, qu'on peut entendre le bruit que fait le choc, au-lieu qu'ils ne l'attirent à eux que fort foiblement. Or le contraire

(a) *Philosoph. Transf.* N°. 414. *Uytgeleze Filosofise Verhandelingen*, Tom. I. pag. 2.

contraire se remarque dans l'aiman, dont la vertu attractive est beaucoup plus forte, que la vertu répulsive. 3°. Ces écoulemens de l'aiman ne devroient-ils pas attirer & repousser toutes les sortes de Corps qu'ils rencontrent, comme font les Corps électriques, & même comme fait l'aiman, qui, étant chauffé, reçoit par le frottement une vertu électrique, laquelle agit sur toutes sortes de Corps, selon les observations de Monsieur du Fay? Il n'en faut pas douter; mais l'aiman n'agit que sur un petit nombre de Corps, il ne mettra jamais en mouvement une aiguille de cuivre, d'argent, d'étaim, d'or ou de plomb, quelque facilité qu'elle ait à se mouvoir sur son pivot; il ne mouvra jamais certains Corps legers, comme la balle ou enveloppe du grain, le papier, la laine, le coton, &c. au-lieu que les écoulemens des Corps électriques ne manquent pas d'agir sur tous ces Corps. On ne peut certainement pas établir, que tous les Corps soient entierement poreux, & que le fer ne le soit pas, & qu'alors les écoulemens ne choqueroient que contre les parties solides du fer, & non contre celles des autres Corps. On ne peut pas supposer non plus, que le fer seul ait les pores tortus, & que ceux de tous les autres Corps soient droits, ce qui seroit cause que les écoulemens iroient choquer contre le fer, tandis qu'ils traverseroient en droite ligne tous les autres Corps de quelque structure qu'ils puissent être. 4°. Ces écoulemens de la matiere magnétique ne seroient-ils pas aussi empêchés, comme le font en effet ceux des Corps électriques, de passer librement à travers toutes sortes de Terres, de Verres, de Métaux, de Porcelaines, par lesquels le feu même ne peut passer qu'avec peine, & dans lesquels la lumiere ne sçauroit s'introduire quelque subtile & pénétrante qu'elle puisse être? On remarque au-contraire, que la vertu magnétique passe librement & sans aucun empêchement par toutes sortes de Corps, si l'on en excepte le fer, quelques denses que ces Corps puissent être. J'ai découvert, que l'action d'un aiman sur le fer restoit toujours la même, soit qu'ils fussent séparés par l'interposition d'une lourde masse de plomb de la pesanteur de 100 livres, soit que l'on ne mit rien entre-deux. Cette vertu ne cesse pas non plus d'être la même, soit que l'aiman se trouve exposé au grand air, soit qu'on le renferme dans un verre dont on a pompé l'air. 5°. Nous pouvons dissiper les écoulemens des Corps électriques par le souffle seul, nous pouvons les troubler par le moyen du feu, des exhalaisons, & autrement: mais à l'égard de la vertu magnétique, nous ne pouvons la disperser par le vent le plus violent, soit naturel ou artificiel, ni par la flamme, par le feu, par les exhalaisons, ou par quoi que ce soit.

Celui qui prendra la peine de peser toutes ces raisons avec un sens rassis, & sans aucune prévention, n'établira pas si vîte, que les écoulemens sont la cause des effets de l'aiman, avant que d'en avoir vu & découvert des marques & des preuves plus évidentes. En effet, se contenter de dire, qu'il doit y avoir là des écoulemens, & que la chose ne peut être autrement, c'est ce que les personnes sages regarderont comme inconsideré, vain,

vain, & téméraire. Comment ſçavent-ils ce qu'il peut y avoir, ou ce qu'il n'y a pas? J'ai auſſi entendu dire à certaines gens d'un eſprit un peu trop prompt, qu'il étoit impoſſible, que les rayons de lumiere qui viennent du Soleil, fuſſent compoſés de divers petits rayons colorés, dont chacun eût une couleur immuable. Je ne m'opiniâtrerai pas à ſoûtenir, qu'il ſoit abſolument impoſſible, que les Phénoménes de l'Aiman puiſſent dépendre de certains écoulemens ſubtils, quoique je n'en aye découvert aucune marque; car dans des temps plus éclairés que ceux où nous ſommes, on pourroit trouver, à l'aide de quelques expériences faites d'une autre maniere, ce qui auroit échappé à mon attention. J'ai cru qu'il ſuffiſoit de produire ici mes raiſons contre les écoulemens de la matiere magnétique, & j'ai tâché de faire voir, que c'étoit ſans aucun fondement que les Philoſophes les avoient adopté juſqu'à préſent. Deux préjugés ont donné lieu de ſe déclarer en faveur de ce ſentiment. Le premier eſt l'ingenieuſe explication de Deſcartes touchant les Phénoménes de l'aiman: le ſecond eſt fondé ſur la Doctrine de ce Philoſophe, qui enſeigne, qu'un Corps n'en peut mouvoir un autre, ſans le toucher & ſans être en mouvement. Les objections, que je viens d'entamer, ne ſont pas les ſeules que l'on peut former contre les écoulemens de la matiere magnétique: j'en ai bien d'autres à propoſer, & nous allons en éxaminer quelques-unes. Je veux bien ſuppoſer d'abord, que ces écoulemens éxiſtent; mais que s'enſuit-il de cette ſuppoſition? Le voici. Il s'enſuit de-là, que ces écoulemens doivent rebrouſſer chemin vers l'aiman avec beaucoup plus de force qu'ils n'en ſortent, parceque la vertu attractive agit ſur cette pierre bien plus fortement que la vertu répulſive: cependant tous les écoulemens, qui retournent ſur leurs pas vers l'aiman, doivent en ſortir de nouveau, autrement ils ne manqueroient pas de remplir ſes pores & de les boucher, ce qui devroit affoiblir coutinuellement ſa vertu, & l'empêcheroit enfin de pouvoir agir. Or tout cela ne s'accorde pas du tout avec l'Expérience. J'ai pris une pierre d'aiman de figure cubique, dont les 6 faces attiroient le fer avec beaucoup de force, & repréſentoient par conſequent ſix Poles, mais on ne leur remarquoit preſque aucune vertu répulſive. Or je demande ſi cela eſt concevable? Comment eſt-il poſſible, que ces écoulemens ſe jettent de tous côtés vers l'aiman, & qu'il n'en ſorte aucun, ſans remplir bientôt cette pierre, & ſans empêcher que de nouveaux écoulemens y rentrent & en ſortent dans la ſuite? Suppoſons qu'on rempliſſe d'huile & de ſel les pores du fer, & qu'on le convertiſſe en acier, les écoulemens de la matiere magnétique ne ſe porteront-ils pas alors avec plus de violence contre l'acier, que lorſqu'il n'étoit encore que du fer? Il faudra par conſequent, que l'acier ſoit attiré par un Aiman avec plus de force que le fer? Je puis pourtant aſſûrer tout le contraire, puiſqu'un de mes aimans, attire 15 ℔ de fer, & qu'il ne ſçauroit attirer que 12 ℔ d'acier fléxible, & 7 ou 8 ℔ d'acier trempé. Si l'on préſente à l'aiman du ſable jaune, que l'on tire des montagnes d'Amersfort, il n'en ſera pas attiré; mais ſi on le fait rougir au feu pendant une heure,

& que l'on faſſe ſortir de ſes pores certaines parties qui y ſont renfermées, en ſorte qu'il devienne plus poreux qu'auparavant, il ſera alors attiré par l'aiman : le fait-on rougir avec de l'huile, de la fiente d'homme, ou du ſçavon, il eſt attiré avec plus de force, de même que ſes pores qui ſont remplis. Il paroit que dans l'un de ces cas le pores s'élargiſſent, & que dans l'autre ils ſe rempliſſent un peu ; & comme l'attraction ne laiſſe cependant pas de ſe faire dans ces deux cas, elle n'en doit certainement pas dépendre, mais de quelque autre choſe. On peut joindre ici les difficultés, dont Monſieur Monnier a fait mention il n'y a pas long-temps dans l'Hiſtoire de l'Academie Roy. an. 1733. Plus on apportera de ſoin à examiner ces écoulemens, plus on y rencontrera de difficultés, qui paroitront même toujours plus grandes. Cependant je veux bien reconnoître, qu'on a pu avoir quelque raiſon à ſuppoſer ces écoulemens, parce qu'on remarque en effet, que la plûpart des Corps qui ſont frottés, reçoivent une vertu électrique, laquelle conſiſte en des écoulemens. D'ailleurs, lorſqu'on frotte deux fers l'un contre l'autre, on produit en eux une vertu attractive : Or cette vertu ne conſiſteroit-elle pas auſſi en écoulemens? En effet, qu'elle différence peut-on mettre entre toutes ces attractions ? Mais n'allons pas ſi vîte, ce n'eſt pas ainſi que l'on raiſonne, lorſqu'il eſt queſtion de quelque point de Phyſique. Nous ne connoiſſons pas les Corps, & nous ignorons par conſequent, ſi les effets de ceux que l'on frotte l'un contre l'autre ſont les mêmes, à moins qu'ils ne ſoient entierement ſemblables entr'eux. Or c'eſt juſtement ce qui ne ſe rencontre pas ici. Il y a pluſieurs Corps, qui, étant frottés les uns contre les autres, deviennent électriques ; mais les métaux, frottés de cette maniere, ne deviennent pas électriques, comme le reconnoît Monſieur du Fay ; par conſequent il ſe trouve une différence eſſentielle entre l'électricité & la vertu attractive dans du fer qui a été frotté contre un autre fer. Autre raiſon. Lorſque des Corps reſtent ſeulement en repos dans la même place pendant pluſieurs années, ils n'en deviennent pas pour cela électriques, au-lieu que le fer par ſon ſéjour dans la même place acquiert une vertu magnétique.

Quelques-uns ont cru, que l'on pouvoit prouver l'éxiſtence des écoulemens de la matiere magnétique, parce que lorſqu'on frotte du fer ſur l'aiman, le fer acquiert alors une vertu qu'il n'avoit pas, au-lieu que l'aiman perd celle dont il étoit doué. Ils conçoivent qu'une partie des écoulemens de l'aiman ſort de cette pierre, qu'elle commence à s'écouler autour du fer, & que la vertu de l'aiman diminue par la perte qu'il fait de ces écoulemens. Mais je doute fort, que la vertu de l'aiman diminue après que le fer a été frotté ſur cette pierre : il faut que les aimans que j'ai, ſoient bien bons & ayent bien du bonheur, puiſque ceux d'entr'eux, ſur leſquels j'ai frotté cent barres de fer, n'ont abſolumeut rien perdu de leur force. Mais ſuppoſons que cela ſoit ainſi : je veux bien accorder, qu'il ſe trouve des pierres, qui perdent leurs forces par le frottement ; mais s'enſuit-il de-là, que la vertu magnétique dépend de

ces

ces écoulemens ? Je voudrois bien qu'on prouvât cela mathématiquement. Comment ſçait-on en effet, ſi un certain trémouſſement, cauſé par le frottement du fer ſur l'aiman, ne pourroit pas changer les forces de cette pierre, ſans qu'il y intervint aucune autre cauſe ? Ne voit-on pas, que l'on produit dans le fer une certaine vertu, en le limant & en le battant à coups de marteau, tandis que les mêmes coups de marteau diminuent conſidérablement les forces de l'aiman. Diſons donc, qu'on ne peut rien conclure de certain de toutes ces ſortes d'obſervations, & que toutes les concluſions, qu'on en tire ſont auſſi peu fondées, que celles qui avoient été tirées auparavant par d'autres Philoſophes.

On pourra donc me demander, & avec raiſon, quelle eſt la cauſe des effets que produit l'Aiman ? Je reconnois franchement, que quelque peine que je me ſois donnée pour la découvrir, je n'ai pas encore pu la trouver juſqu'à préſent, quoique j'en aye fait la recherche avec beaucoup de ſoin, & que j'aye examiné l'aiman en autant de manieres, qu'aucun Philoſophe l'a peut-être fait juſqu'à préſent avant moi. Je ne crois pas, que la vertu magnétique ſoit la même que l'Electricité, & que la vertu attractive, qui ſe trouve dans tous les Corps, quoique cette vertu y réſide auſſi ; mais elle eſt bien différente de la vertu magnétique. Les raiſons qui me portent à le croire, c'eſt que la vertu magnétique peut être augmentée ou diminuée : elle eſt plus forte un jour que l'autre : on peut en partie la faire perdre à l'aiman par le moyen du feu : on peut la communiquer au fer, en le frottant, en le forgeant & en le battant. La cauſe, qui produit les effets de l'aiman, eſt peut-être toute particuliere à cette pierre, & n'a rien de commun avec les autres Corps. Ce ſera à ceux qui viendront après nous à pouſſer plus loin leurs recherches ſur cet article, & à l'examiner plus à fond, en faiſant de nouvelles obſervations & d'autres expériences.

§. 588. Paſſons maintenant aux liquides, & voyons de quelle maniere ils s'attirent mutuellement, ſans que nous prétendions pourtant qu'il y ait d'autres Loix dans les Liquides ; car leurs parties ſont autant de petits Corps ſolides, & doués par conſequent des proprietés communes : la différence qu'il y a entr'eux & les grands Corps ne conſiſte que dans la petiteſſe, & dans la facilité avec laquelle ils ſe meuvent & roulent les uns ſur les autres.

Tous les Liquides, ſi l'on en excepte l'air, le feu, & la lumiere, étant verſés ſur une ſurface plate & bien nette de quelque Corps ſolide, y forment des goutes rondes, ſemblables à de petites boules, comme je l'ai remarqué au §. 538, parce que leurs parties s'attirent alors mutuellement. Il eſt impoſſible qu'il y ait équilibre entre les parties qui s'attirent, à moins que ces parties ne ſoient également éloignées du centre, c'eſt-à-dire, à moins qu'elles ne forment une ſphére, dont la ſurface ſoit à une diſtance égale de leur centre. Cette ſphére ſeroit parfaitement ronde, ſi les parties qui la compoſent étoient ſans peſanteur, ce qui les fait tendre en en-bas : c'eſt pourquoi étant ſoutenuës par deſſous à l'aide

d'un plan, ſur lequel elles ſont ſituées, elles font que la partie ſupérieure de la goute eſt ronde, tandis que la partie inférieure eſt plate : c'eſt principalement par deſſous que cette goute eſt plate, non ſeulement parce que les parties inférieures doivent ſupporter le poids des ſupérieures, mais auſſi parce que le plan, ſur lequel elles ſont ſituées, a une vertu attractive, qui les rend encore plus plates. Par conſequent moins la ſurface, ſur laquelle la goute eſt ſituée, a de force pour attirer ſes parties, plus la goute reſte ronde : C'eſt pour cette raiſon que les goutes d'eau, que l'on voit ſur quelques feuilles de plantes, ſont parfaitement rondes, au-lieu que celles qui ſe trouvent ſur du verre, ſur des métaux, ou ſur des pierres, ne ſont qu'à demi-rondes ou quelquefois encore moins. Il en eſt de même à l'égard du mercure, qui ſe partage ſur le papier en petites boules parfaitement rondes, tandis qu'il prend une figure plate lorſqu'il eſt mis ſur du verre ou ſur quelque métal. Plus les goutes ſont petites, moins elles ont de peſanteur, & par conſequent lorſqu'elles viendront à s'attirer, elles formeront un globule beaucoup plus rond, que celui qui ſera formé par les groſſes goutes, comme on peut s'en convaincre par ce qui ſe remarque chaque jour.

§. 589. Il ſuit de cette doctrine, que la choſe doit toujours arriver de la même maniere, ſoit qu'on mette ces goutes dans le vuide, ſoit qu'elles ſe trouvent expoſées à l'air, parce que la vertu attractive reſte toujours la même, ce qui eſt confirmé par toutes les expériences, tant par celles qui ont été faites par les membres de l'academie de Florence, que par celles que d'autres perſonnes ont faites dans la ſuite avec la pompe pneumatique. En effet, non ſeulement les goutes qui ſont ſur des feuilles dans le vuide conſervent leur rondeur, mais celles qui ſe forment de nouveau, en ſecouant de l'eau ou quelqu'autre liquide, deviennent auſſi rondes que ſi elles étoient expoſées au grand air. Il paroît donc, que ceux-là ſont dans l'erreur, qui prétendent, que les goutes d'eau ne doivent leur rondeur qu'à l'air qui les environne, & qui les comprime également de tous côtés.

§. 590. Ceux qui ont eu recours à l'air ſubtil, pour expliquer ce Phénoméne, n'ont pas mieux réuſſi ; car cet air étant dans un mouvement perpetuel, & s'inſinuant par-tout, devroit néceſſairement écarter & ſéparer les parties de la goute, au-lieu de leur donner une figure ronde.

§. 591. On demandera peut-être, ſi les parties d'eau, qui nous paroiſſent être ſi liquides, peuvent s'attirer mutuellement avec tant de force? Je crois la choſe poſſible. Veut-on voir ce qui en eſt à cet égard dans un plus grand nombre de cas : que l'on prenne une fiole, dont le cou ſoit fort étroite, & qui n'ait pas plus de $\frac{1}{6}$ pouce de diamétre ; qu'on la renverſe enſuite, après l'avoir remplie d'eau, & on remarquera alors, qu'il n'en ſort pas une ſeule goute, de ſorte que l'air ne ſçauroit ſéparer les particules d'eau, à cauſe de leur ténacité, ou plutôt à cauſe de leur vertu attractive.

§. 592.

§. 592. Comme dans une goute d'eau les parties qui s'attirent réciproquement ne restent pas en repos, avant que d'avoir formé une petite boule, de même aussi deux goutes d'eau situées l'une proche de l'autre, & legérement attirées par la surface sur laquelle elles se trouvent, se précipiteront l'une vers l'autre par leur attraction mutuelle, & dans l'instant même du premier contact, elles se réüniront & formeront une boule, comme cela se peut voir dans deux goutes d'eau placées sur une feuille, de même que dans deux goutes de mercure bien pur, que l'on a mis sur du papier.

§. 593. Lorsqu'on verse ensemble les parties de divers liquides, elles s'attirent mutuellement; celles qui se touchent alors, tiennent l'une à l'autre par la force avec laquelle elles agissent: c'est pourquoi les liquides pourront se changer de cette maniere en un Corps solide, qui sera d'autant plus dur, que la vertu attractive aura été forte, de sorte que ces liquides se coaguleront. Cela arrive, lorsqu'on mêle le plus subtil esprit urineux avec l'alkool, car ce mélange se durcit d'abord dans un verre & forme une masse, qui ressemble à de la glace. L'esprit de brandevin mêlé avec le blanc d'œuf, ou avec la sérosité du sang, les fait aussi coaguler.

Le blanc d'œuf & le sang se coagulent aussi par le moyen de l'esprit de sel marin, de l'esprit de nitre, & de l'huile de vitriol. On fait cailler le lait avec de la présure, avec le suc de la petite catapuce, avec l'esprit de miel, l'esprit de nitre, &c. La Chymie nous fait déja connoître un grand nombre de Coagulans de cette nature, & la maniere dont on doit s'en servir pour faire cailler & épaissir les liquides.

§. 594. Lorsqu'on a fait dissoudre des parties de sel dans une grande quantité d'eau, elles sont attirées par l'eau avec plus de force qu'elle ne peuvent s'attirer mutuellement, & elles restent séparées assez loin les unes des autres; mais lorsqu'on fait évaporer une grande quantité de cette même eau, soit par la chaleur du Soleil, par celle du feu, ou par le moyen du vent, il s'éleve sur la surface de l'eau une pellicule fort mince, qui est formée par les particules de sel qui se tiennent en-haut, & dont l'eau s'est évaporée. Cette pellicule qui n'est composée que des parties de sel, peut alors attirer de l'eau, qui est au-dessous d'elle, d'autres parties salines avec plus de force, que ne pouvoit faire auparavant cette même eau déja fort diminuée de volume, puisque par l'évaporation d'une grande quantité d'eau, les parties salines se rapprochent davantage & s'unissent beaucoup plus qu'auparavant, & l'eau se trouvant en moindre quantité, elle a aussi moins de force pour pouvoir agir sur les parties salines qui sont alors attirées en-haut vers la pellicule de sel à laquelle elles se joignent. Cette petite peau devient par consequent plus épaisse & plus pesante que le liquide qui est au-dessous, puisque la pesanteur spécifique des parties salines est beaucoup plus grande que celle de l'eau: ainsi dès que cette peau est devenuë fort pesante, elle se brise en piéces; ces morceaux tombent au fond, & continuent d'attirer d'au-

tres parties ſalines, d'où il arrive qu'augmentant encore en volume, ils ſe forment en groſſes maſſes de diverſes grandeurs, auſquelles on a coutume de donner le nom de *Criſtaux*.

§. 595. Tous les ſels ont leur figure particuliere, qui eſt celle des criſtaux. Cependant ces criſtaux ne ſe forment pas, quoiqu'il s'en exhale une grande quantité d'eau, tandis que cette eau eſt chaude, ou lorſqu'elle eſt dans un grand mouvement; ils ſe forment ſeulement, lorſque ce liquide ſe trouve dans un endroit froid, & où tout eſt en repos. Les criſtaux deviennent d'autant plus gros, que l'endroit où l'on place ce liquide eſt froid, car il n'y a rien alors qui puiſſe empêcher les parties ſalines de ſe réünir; mais dès que la chaleur ſurvient, les parties commencent à ſe mettre en mouvement & à ſe ſéparer les unes des autres, de ſorte qu'il ne ſe forme jamais que de petits criſtaux dans les endroits où régne la chaleur.

§. 596. Si l'on empêche l'eau de s'évaporer, il ne ſe formera jamais de criſtaux, à moins que le liquide n'ait été auparavant rempli d'une grande quantité de ſel, & déja tout prêt à ſe convertir en criſtaux. Comme il ne ſe fait aucune évaporation dans le vuide, ou qu'elle eſt du moins très-peu conſidérable, il ne s'y formera non plus point de criſtaux, comme l'a obſervé Monſieur Boyle. *(a)* Monſieur Petit *(b)* a auſſi obſervé, qu'il eſt impoſſible qu'ils croiſſent dans un vaſe bien ſcellé, parce qu'il ne peut s'y faire aucune évaporation.

§. 597. De tous les liquides que nous connoiſſons, l'air doit être regardé comme un des plus legers; & par conſequent, eu égard à ſa peſanteur ſpécifique, il devroit ſurnager tous les autres liquides, de la même maniere que l'huile flotte ſur l'eau; nous remarquons cependant, qu'il eſt attiré par la plûpart des Corps, & qu'il n'y en a peut-être même aucun par lequel il ne ſoit attiré. C'eſt pour cette raiſon qu'il pénétre & s'inſinue dans toutes ſortes d'eaux, de vins, d'eſprits, d'huiles tirées par expreſſion, d'huiles diſtilées, d'huiles qui découlent naturellement; dans les eſprits ſalins acides, dans les eſprits alcalis, dans le mercure, & autres Corps. L'air deſcend dans ces liquides, il échappe à notre vuë, il ſe mêle dans toutes les parties, & il n'en peut ſortir dans la ſuite qu'avec beaucoup de peine, il eſt même preſqu'impoſſible qu'il puiſſe s'en dégager, ſi ce n'eſt par le moyen d'une grande chaleur, par la coction, ou en demeurant long-temps dans un verre où il n'y ait point d'air, & encore même n'en ſort-il pas alors, à moins que ce ne ſoit à l'aide du feu. Monſieur Petit *(c)* a fait voir par diverſes expériences, de quelle maniere l'air eſt comme collé aux autres Corps ſolides. Lorſqu'on fait fondre dans l'eau du ſel ammoniac ou du mercure ſublimé, il s'y forme pluſieurs bulles d'air, qui s'attachent fortement aux parties les

(a) *Contin. 2. Titulo 9. Exp. 2.*
(b) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1722.
(c) *Ibid.* an. 1731.

les plus ſubtiles du ſel, par leſquelles elles ſont attirées : ces bulles font monter les particules ſalines, elles s'élevent en-haut avec elles, juſqu'à ce qu'elles ſoient arrivées ſur la ſurface de l'eau, où elles ſe détachent du ſel, & vont ſe joindre à l'air ſupérieur, d'où il arrive que le ſel retombe enſuite au fond de l'eau, où il eſt précipité par ſon propre poids. On peut voir cela, lorſqu'on méle de l'eſprit de vitriol avec une égale quantité d'eau, & que l'on jette enſuite dans ce mélange de la limaille de fer, des yeux d'écreviſſes, du corail, ou autres Corps de cette nature.

On voit auſſi au fond des verres, dans leſquels on fait ces ſortes d'expériences, pluſieurs parcelles d'air, qui y tiennent & y ſont attachées ſi fortement, que quoiqu'elles ſoient comprimées par le poids de l'eau qui eſt par-deſſus, elles ne laiſſent pourtant pas de réſiſter à cette compreſſion par le moyen de leur vertu attractive qui les tient attachées au verre. On voit ſur tout ces petites parties aëriennes s'attacher beaucoup plus aux Corps raboteux & à la pouſſiere, qu'aux autres Corps, qui ont une ſurface unie. Cela vient de ce que les bulles d'air ſont de petites boules rondes, qui ne touchent une ſurface polie que dans un point, au-lieu qu'elles peuvent toucher une ſurface raboteuſe dans deux, trois, quatre, ou même dans un plus grand nombre de points, ce qui fait que la vertu attractive des Corps raboteux eſt trois & quatre fois plus grande, d'où il arrive que ces bulles ont beaucoup plus de peine à ſe ſéparer des Corps raboteux, que de ceux dont la ſurface eſt unie.

§. 598. Les efferveſcences nous offrent un ſpectacle admirable de diverſes ſortes d'attractions. Nous donnons ce nom d'efferveſcence à certains mouvemens internes & prompts, qui s'excitent lorſqu'on mêle ou qu'on verſe enſemble deux Corps, qui étoient auparavant en repos ou qui n'avoient que peu de mouvement. Ces mouvemens internes ſont comme de fortes ébullitions & fermentations, qui agitent les parties de toutes ſortes de manieres, dont la plûpart ſe font appercevoir. Il ſe fait pluſieurs de ces efferveſcences, lorſqu'on méle des ſels alcalis, ſoit fixes ou diſſous dans de l'eau, avec des liquides acides; il ſe trouve auſſi certains acides qui fermentent avec d'autres acides. Pour bien comprendre la nature des efferveſcences, il faut faire quelques expériences qui réüſſiſſent fort facilement. Que l'on prenne ſeulement un peu de ſel de tartre, ou de la potaſſe ou ſa leſſive, qu'on verſe deſſus dans un verre un peu d'eſprit de nitre, & il ſe fera d'abord une grande efferveſcence. Si l'on verſe ſur l'huile de vitriol du jus de citron tiré par expreſſion, il ſe fera auſſi une efferveſcence. Il y en a qui ſe font, lorſqu'on verſe ſeulement de l'eau toute pure ſur certains liquides, comme quand on verſe de l'eau ſur l'huile de vitriol, ou quand on la méle avec l'eſprit fumant de ſublimé fait avec l'étaim, ce qui produit une détonation, comme ſi l'on plongeoit un fer ardent dans cet eſprit. Il arrive quelquefois que l'air où l'humidité qui s'y trouve, produit une grande efferveſcence, comme cela ſe remarque dans le phoſphore, qui ſe fait avec de

de la farine, de l'alun & du souffre, car dès qu'on l'expose au grand air, il se met de lui-même en feu. Voici de quelle maniere nous croyons que se font les effervescences.

Les parties des sels alcalis sont attirées avec force par les parties acides, & comme toutes ces parties sont élastiques, leur figure se change lorsqu'elles se choquent, comme quand une boule d'yvoire est portée avec force contre une autre boule, & qu'elles s'applatissent dans le point de leur attouchement; les forces, avec lesquelles elles sont portées l'une contre l'autre, venant à se perdre par le choc, elles sont repoussées de nouveau par la vertu élastique qui se rétablit. Il en est de même à l'égard de ces parties salines, qui sont portées l'une contre l'autre, & qui agissent avec beaucoup plus de violence qu'elles n'eussent fait, si elles eussent été simplement placées l'une proche de l'autre, & qu'elles eussent été réciproquement attirées par leur vertu attractive. Ces parties venant donc à changer de figure par le choc, se remettent dans l'état où elles étoient auparavant à l'aide de leur vertu élastique, ce qui fait qu'elles se séparent ensuite de nouveau: après avoir été ainsi repoussées & écartées les unes des autres, elles sont encore attirées par d'autres parties, & elles se jettent les unes contre les autres avec beaucoup plus de violence qu'elles ne faisoient dans leurs premiers chocs, car elles sont alors portées par la vîtesse qu'elles ont reçuë; c'est pourquoi elles se choquent ici bien plus violemment, & elles changent de figure par le choc, mais la vertu élastique les faisant encore rebondir, elles se jettent de nouveau avec plus de force qu'auparavant sur d'autres parties; de sorte que par ces chocs & ces bonds, si souvent réïtérés, toutes les parties se trouvent enfin dans une agitation extraordinaire, par la violence avec laquelle elles sont portées les unes contre les autres, & alors elles se brisent, elles se mettent en piéces, elles se frottent réciproquement, elles s'enfoncent les unes dans les autres avec leurs pointes aiguës, enfin elles se touchent & se réünissent. Il arrive de-là, que tout se trouve dans une chaleur extraordinaire, & même si grande, que les Corps s'enflamment, comme il arrive en effet, lorsqu'après avoir melé l'esprit fumant de nitre avec l'huile de vitriol, on verse ce mélange sur toutes sortes d'huiles qui viennent d'être distilées, & particulierement sur les huiles de carvi, de sassafras & de canelle. Il y a encore d'autres parties, qui étant bien pilées & bien broyées, deviennent volatiles, & s'exhalent sous la forme de vapeurs ignées; bien-plus, ces parties ne cessent de se mouvoir, qu'après avoir été comme réduites en piéces, brisées, & mêlées intimement les unes avec les autres.

§. 599. On voit quelquefois le feu s'envoler de certaines effervescences, comme cela arrive effectivement, lorsqu'on mêle du sel ammoniac ou du sel volatil urineux, ou de corne de cerf avec de l'huile ou de l'esprit de vitriol, avec de l'eau forte, & du vinaigre distilé: car si l'on tient un thermométre au milieu de ces effervescences, on remarque que le liquide devient beaucoup plus froid; mais si l'on suspend en même temps un

un autre thermométre au-dessus de cette mixtion, tandis que se fait l'effervescence, on voit que les vapeurs qui s'élevent sont chaudes, de sorte qu'elles emportent du feu avec elles en se dissipant dans l'air.

§. 600. Il arrive aussi, que quand ces effervescences se font au grand air, les Corps se trouvent comprimés avec tant de force par la pesanteur de notre atmosphére, qu'ils s'échauffent extraordinairement par le frottement mutuel; au-lieu qu'au-contraire, lorsqu'on les méle dans un verre, dont on ait pompé l'air, & dans lequel ils ne soient pas comprimés, on n'y remarque qu'un mouvement peu considérable, & ils n'acquiérent aucune chaleur, comme cela se voit, lorsqu'on méle de l'argent avec de l'esprit de nitre.

§. 601. Il arrive aussi, que le poids de notre atmosphére comprime trop les Corps, ce qui les empêche de rouler librement les uns sur les autres, de sorte qu'ils ne se frottent alors qu'avec peu de vîtesse, & qu'ils ne deviennent qu'un peu chauds; au-lieu qu'au-contraire, lorsqu'ils se trouvent dans le vuide, & qu'ils ne sont pas comprimés, ils roulent les uns sur les autres avec beaucoup plus de rapidité, & se frottent réciproquement, ce qui fait qu'ils s'échauffent beaucoup plus. Nous voyons arriver cela, lorsqu'on verse de l'esprit de sel marin sur du fer. Il peut même se faire, que la pesanteur de l'atmosphére empêche entierement l'effervescence des parties, lorsqu'elles ne s'attirent pas avec force, tandis qu'elle ne laisse pas de se faire avec assez de violence, lorsque ces parties se trouvent placées dans le vuide : c'est ce qu'on voit, lorsqu'on méle du brandevin avec du vinaigre dans un endroit dont on ait pompé l'air. Lorsqu'on verse du vinaigre distillé sur de la lessive de tartre dans un tube de verre, & qu'on le lute d'abord hermétiquement, alors l'air engendré par l'effervescence qui commence, & qui comprime les liquides par en-haut, le comprimera avec tant de violence, que l'effervescence devra cesser d'abord, comme l'a remarqué Monsieur de Reaumur. (*a*).

§. 602. Il y a plusieurs liquides, qui dans l'effervescence font sortir l'air qui étoit renfermé dans leurs pores, & alors il se forme de l'écume sur la surface de ces liquides. Comme les parties se frottent aussi mutuellement avec force dans le temps de l'effervescence, & qu'elles s'échauffent & deviennent volatiles, il en sort une fumée ou vapeur qui se porte en-haut, l'air naturel s'en échappe aussi & s'éleve en même temps; & on remarque alors, qu'il s'y forme un certain fluide élastique, qui est analogue à l'air. Nous ne pouvons pas nous étendre ici beaucoup sur cette matiere, mais ceux qui veulent en sçavoir davantage, doivent consulter la Chymie de Monsieur Boerhaave, le plus fameux Médecin & le plus grand Philosophe de notre siécle : cette matiere est en effet traitée fort au long dans cet excellent Ouvrage, que l'on ne sçauroit jamais assez estimer.

(*a*) *Hist. de l'Acad. Roy.* an. 1733.

Nous avons auſſi travaillé ſur cette matiere, & on trouvera ce que nous avons fait dans les Additions aux expériences des Philoſophes de l'Académie de Florence.

§. 603. Les liquides attirent auſſi les Corps ſolides, & s'y attachent; il n'importe, que les Corps ſolides ſoient ſpécifiquement plus peſans ou plus legers que les liquides.

Comme quelques Sçavans ont poſé pour principe, qu'aucun liquide ne s'attachoit jamais à un Corps ſolide, dont la peſanteur ſpécifique eſt moindre que celle du fluide, il faut que nous éxaminions cette erreur à l'aide de quelques obſervations, quoiqu'on puiſſe le faire par le moyen d'une infinité d'autres.

1°. Le baume de Minium, qui eſt un liquide fort peſant, & qui eſt fort tenace quand il eſt diſſout, s'attache à toutes ſortes de Corps, aux métaux, au verre, au bois, à nos mains, au liége, à la toile, à la laine, & même ſi fortement qu'on ne peut l'en détacher qu'avec beaucoup de peine.

2°. Le ſang d'homme & de bœuf s'attache fortement à la toile, au papier, & à d'autres Corps plus legers, par leſquels il eſt attiré.

3°. L'huile de vitriol, qui eſt fort peſante, eſt attirée par le bois le plus leger, par le liége, par la toile, & par pluſieurs feuilles de plantes, auſquelles elle s'attache auſſi.

4°. Les huiles de canelle & de ſaſſafras, que leur peſanteur fait tomber au fond de l'eau, s'attachent au coton, à la laine, au bois, au liége, & à d'autres Corps legers, par leſquels elles ſont attirées.

5°. Un très-petit globule de mercure, poſé ſur du papier, ſera attiré par un morceau de verre pointu, & y reſtera ſuſpendu.

6°. De très-petits globules de mercure, que l'on peut à peine appercevoir, & qui ſe forment, lorſque le mercure ſe diſſipe en fumée ſur le feu, ſont attirés par le papier, le linge mouillé & autres Corps, auſquels ils s'attachent, & dont ils ne tombent pas, quoiqu'on leur préſente la partie inférieure en-haut, de ſorte que leur vertu attractive l'emporte ſur leur propre poids.

7°. La ſoudure d'étaim eſt compoſée d'étaim & de plomb, & eſt par conſequent d'une peſanteur ſpécifique plus grande que celle de l'étaim. Cette ſoudure ſe fond dans le feu plutôt que l'étaim, & devient par conſéquent un liquide, qui eſt attiré avec tant de force par l'étaim, & qui y tient ſi fort, qu'il ne forme qu'un Corps avec lui, & ne peut en être ſéparé.

8°. La ſoudure de cuivre eſt faite de cuivre & d'argent, ce qui forme une maſſe qui péſe ſpécifiquement plus que le cuivre ſeul. Cette ſoudure étant fonduë eſt attirée avec force par le cuivre, de ſorte qu'on ne peut l'en détacher dans la ſuite, ni en ſéparer les parties entre leſquelles elle ſe trouve, ſi ce n'eſt en uſant de beaucoup de violence.

9°. La ſoudure d'or, qui eſt faite d'or & d'argent, & qui eſt beaucoup plus peſante que l'argent, étant fonduë dans le feu, attire l'argent, à qui elle ſert auſſi de ſoudure.

10°. Le

10°. Le cuivre rouge, & encore mieux le cuivre jaune, fondu dans le feu, eſt une très-bonne ſoudure pour le fer, qui eſt beaucoup plus leger.

11°. Lorſque l'or eſt diſſout dans de l'eau régale, & qu'on verſe deſſus de l'eſprit de vin ètheré, alors l'or abandonne l'eau régale, & eſt attiré dans l'eſprit de vin, qui en reçoit une belle couleur jaune au-lieu qu'elle étoit blanche auparavant, de ſorte que l'or ſurnage alors l'eau régale. On voit donc ici, que le plus peſant de tous les Corps eſt attiré par celui qui eſt preſque le plus leger.

Tout cela fait voir clairement, que cette Loi, à laquelle on donne le nom de *Loi d'Adhéſion*, ne peut avoir lieu.

§. 604. Il n'eſt pas non-plus fort difficile de démontrer, que les liquides ſont attirés par les Corps ſolides. En effet, toutes les différentes ſortes d'eaux, celle de pluye ou de citerne, celle de puits, de riviere, & l'eau diſtillée des plantes; toutes ſortes de vins qui ſe font avec le ſuc des fruits; tous les vinaigres, & toutes les bieres; tous les eſprits de vin diſtilés; toutes les huiles fines tirées des plantes par expreſſion, de même que tous les eſprits de ſel: tous ces liquides, dis-je, verſés ſéparément dans un verre bien net, & qui ne ſoit pas gras, ou dans quelque taſſe ou un pot vernis, ſont attirés ſur les côtés, contre leſquels ils montent & auſquels ils s'attachent, de ſorte que la ſurface de ces liquides eſt plus baſſe au milieu, que celle qui touche les parois du verre, & qu'elle devient concave.

§. 605. Il arrive au-contraire, que lorſqu'on verſe du mercure dans un verre, la ſurface devient comme convexe, étant plus haute au milieu que ſur les côtés du verre; ce qui vient de ce que les parties du mercure s'attirent réciproquement avec plus de force qu'elles ne ſont attirées par le verre.

Si l'on jette un fil d'archal ſur du mercure, il y formera un creux, & ne s'attachera pas au mercure, parce que les parties du mercure s'attirent mutuellement avec plus de force qu'elles ne ſont attirées par le fer.

§. 606. Si l'on prend un Corps ſolide, bien net, & qui ne ſoit pas gras, & qu'on le plonge dans quelqu'un des liquides précédens, & qu'enſuite on le leve fort doucement & qu'on l'en retire, les liquides y reſteront attachés. On peut lever & retirer de ces liquides un Corps ſolide juſqu'à une hauteur conſidérable, en ſorte qu'il reſte alors entre le liquide & ce Corps une petite colomne, qui y reſte ſuſpenduë; mais dès que l'on vient à lever le Corps ſolide ſi haut, que le poids de la petite colomne l'emporte ſur la vertu attractive, elle tombe alors du Corps ſolide, dont elle ſe détache.

§. 607. Monſieur Taylor a ſupputé la force avec laquelle le bois pouvoit attirer l'eau; car après avoir bien trempé dans l'eau un morceau de bois de ſapin, & l'avoir ſuſpendu à une balance, en le mettant enſuite en équilibre, il le plongea dans l'eau, & mit en même temps des poids

dans l'autre baſſin, juſqu'à ce que le morceau de bois fût tiré hors de l'eau ; il trouva alors, qu'un morceau de bois d'un pouce quarré avoit été attiré par l'eau avec une force de 50 grains. Cette force ſe trouvoit toujours proportionnelle à la grandeur de la ſurface, ſoit qu'il ſe ſervît pour cet effet d'une grande ou d'une petite ſurface.

Ne ſçait-on pas de quelle maniere le tartre ſe forme tout autour de la ſurface interne des tonneaux ? On voit dans le vin nouveau, après qu'il a fermenté, de petits Corps pointus & luiſans, qui ſont les premiers principes du tartre : ces corpuſcules, venant à ſe ſéparer du vin, vont s'attacher de tous côtés aux parois du tonneau ; & au-lieu de tomber au fond par leur propre poids, ils ſe rendent en-haut & vers le milieu du tonneau auſſi-bien qu'en-bas : ils s'attachent fortement au bois, & ils y forment une croute ſolide pierreuſe, qui attire encore avec plus de force les autres parties qui reſtent dans le vin, juſqu'à ce qu'il n'y en ait plus : c'eſt pourquoi le vin que l'on met dans un tonneau, dont la ſurface interne a déja été auparavant enduite de tartre, ſe purifie beaucoup plutôt, que ſi on le renfermoit dans un tonneau bien net & tout neuf.

Pl. IX. Fig. 4. §. 608. Soit un morceau de verre, incliné vers l'horiſon, & qu'on ſuſpende à ſa ſurface inférieure AB une goute d'eau G, on verra alors cette goute deſcendre tout le long de la ſurface AB, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée au bord inférieur B ; car elle tombe par ſa peſanteur dans la direction GH, mais elle eſt portée par la vertu attractive du verre dans la direction GC, qui eſt perpendiculaire à la ſurface AB : c'eſt pourquoi elle ſera muë par une double force GH, GC, de ſorte qu'elle doit être portée dans la diagonale du parallelogramme, dont les deux côtés ſont GH, GC, c'eſt-à-dire, tout le long de la ſurface du verre AB.

§. 609. Si on veut connoître clairement la force avec laquelle le verre attire un grand nombre de liquides, on doit prendre de petits tubes de verre fort menus & de la groſſeur d'un crin de cheval, ou de ces poils de cochon deſquels on ſe ſert pour faire des broſſes : on peut auſſi en prendre de plus étroits & de plus larges : lors donc qu'on a de ſemblables tubes, nommés *Siphons* ou *Tuyaux Capillaires*, bien nets & tout nouvellement faits, ouverts de chaque côté, & qu'on enfonce un peu dans l'eau une de leurs extrémités, ſoit perpendiculairement ou obliquement, il l'attirent ſur le champ en en-haut avec une grande rapidité, & la feront monter juſqu'à une hauteur conſidérable : hauteur qui ſera d'autant plus grande, que les tuyaux capillaires ſeront longs ; de ſorte que la vertu attractive dépend de tout le ſiphon capillaire, & non de ſon extrémité.

§. 610. Les tuyaux capillaires, qui ſont faits du même verre, mais dont le diamétre eſt différent, feront monter le même liquide à des hauteurs, qui ſeront en raiſon inverſe des diamétres des tuyaux : ainſi puiſque les quantités des liquides qui montent, ſont comme les diamétres des tuyaux, les plus étroits d'entre ces tuyaux en attireront moins que les plus larges, parce que la vertu attractive agit non ſeulement dans

la

la ſurface, mais qu'elle ſe porte un peu hors du corps; de ſorte que ſon action venant à ſe répandre hors des parois des tuyaux pourra agir jusqu'à une diſtance plus éloignée dans des tuyaux larges, que dans ceux qui ſont étroits, & fera par conſequent monter une plus grande quantité de liquide dans les premieres. Cette vertu attractive ne s'étend pas beaucoup au-delà de la ſurface du verre, c'eſt pourquoi ſi cette ſurface ſe trouve ſalie & comme enduite des ordures qui ſont dans l'air, on ne remarquera pas alors que l'eau monte dans les tuyaux. Il en eſt de même, lorſqu'on approche inſenſiblement tout près de l'eau un tuyau capillaire, on ne verra pas l'eau y monter, ſur tout avant que ce tuyau la touche; car les parties de l'eau s'attirent auſſi réciproquement, & elles ne peuvent s'élever dans le tuyau à moins que la vertu attractive du verre n'agiſſe ſur l'eau avec plus de force que les parties de l'eau n'agiſſent les unes ſur les autres.

§. 611. La cauſe qui fait monter les Liquides dans ces tuyaux capillaires n'eſt pas l'air de l'atmoſphére, qui, ſuivant le ſentiment de quelques Sçavans, ne pouvant s'introduire aiſément dans ces tuyaux, y agiroit avec moins de force que ſur la ſurface du Liquide qui ſe trouve tout à l'entour; car dans un verre où il n'y a point d'air, les liquides montent dans ces tuyaux auſſi haut que lorſqu'ils étoient expoſés au grand air. 2°. Les hauteurs auſquelles les liquides s'élevent varient beaucoup, & ſont fort differentes les unes des autres, parce qu'elles ne ſuivent pas le rapport des liquides, comme cela devroit pourtant être, ſi la preſſion de l'air étoit la cauſe de leur élevation. La même difficulté reſte encore, lorſqu'on établit, qu'il ſe trouve tout autour des tuyaux capillaires certains écoulemens de même nature que les écoulemens électriques; car en ſuppoſant de ſemblables écoulemens qui tourneroient autour des tuyaux comme des tourbillons, & qui preſſeroient ou pouſſeroient les Corps qu'ils rencontrent, il faudroit que les Corps les plus legers fuſſent mus avec le plus de force, & qu'ainſi dans les tuyaux le liquide le plus leger montât plus haut, & que le fluide le plus peſant s'élevât moins haut, comme nous le remarquons à l'égard des écoulemens électriques, puiſque ce ſont alors les Corps legers qui meuvent avec le plus de force, & que ceux qui ſont les plus peſans agiſſent le moins: cela n'arrive pas à l'égard de ces tuyaux capillaires car ce ne ſont pas les liquides les plus peſans qui montent le plus haut, ni qui s'élevent le moins: ce ne ſont pas non plus les plus legers qui ſe portent le plus haut, ni qui s'arrêtent le plus bas. Il ſe trouve en effet divers liquides legers qui montent fort haut, & d'autres qui s'arrêtent fort bas; on voit auſſi certains liquides peſans qui ſont portés fort haut, quoiqu'il y en ait d'autres qui s'élevent beaucoup moins. On doit donc néceſſairement conclure, que la preſſion ne peut avoir lieu ici; mais que ces hauteurs dépendent des diverſes vertus attractives dont les Corps ſont doués & que nous ne pouvons découvrir que par nos recherches & les obſervations. L'Urine d'homme & l'eſprit de ſel Ammoniac s'élévent le plus haut: les liquides

ſuivans, que nous allons nommer chacun ſelon leur rang, ne montent pas ſi haut ; les derniers s'élevant toujours moins que les premiers. Tels ſont l'huile de vitriol, la leſſive de tartre, l'eau ſalée, l'huile de navet, l'eſprit de nitre, l'huile de térébenthine, l'eſprit de brandevin rectifié ou l'alkool, enfin l'eſprit de vin éthéré. Le Mercure ne monte jamais à la même hauteur qu'il a dans le verre, mais il s'arrête beaucoup plus bas. Lorſqu'on fait attention au rang que nous venons de donner à ces liquides, on voit clairement, que ce ne ſont pas les plus volatils qui montent le plus haut comme quelques-uns l'ont cru ; car, y a-t-il rien de plus volatil que l'eſprit de vin éthéré, & cependant c'eſt celui qui monte le moins, l'eau monte preſque une fois auſſi haut : de plus l'eſprit de brandevin rectifié, & l'eſprit de nitre ſont beaucoup plus volatils que l'urine, ou que l'huile de vitriol, & l'huile de tartre ; néanmoins ces peſans liquides montent plus haut que ne font l'alokool & l'eſprit de nitre.

Un grand Philoſophe a cru, qu'auſſi-tôt qu'on plongeoit un tuyau capillaire dans l'eau, la partie ſupérieure de l'eau ſe trouvant adhérente à ce tuyau, ceſſoit pour cette raiſon d'être en équilibre avec les autres parties extérieures, de ſorte que ces dernieres devoient pouſſer en-haut celles qui ſont en-bas tout contre le tube, ce qui faiſoit monter ce liquide dans le tuyau capillaire, juſqu'à ce qu'il ſe trouvât par ſa peſanteur en équilibre avec la preſſion du fluide extérieur : il a enfin prétendu, que le liquide qui ſeroit alors monté dans le tuyau capillaire, feroit autant, que ce que fait ordinairement une goute de ce même fluide. Il faut avouer, que cette penſée eſt tout-à-fait ingenieuſe, & qu'elle mérite qu'on y faſſe quelque attention ; qu'il me ſoit cependant permis d'expoſer ici, avec tout le reſpect que je dois à ce Philoſophe, quelques difficultés que je rencontre dans ce ſentiment.

1°. Quand même les petites parties du liquide qui touchent les bords du tuyau capillaire, ne preſſeroient plus en-bas, parce qu'elles tiennent à ce tuyau, il faudroit cependant que les particules qui ne touchent pas les bords, & qui ſe reüniſſent au milieu du tuyau reſtaſſent, par leur peſanteur qui n'eſt pas altérée, en équilibre avec la preſſion des parcelles extérieures ; de ſorte qu'on ne voit pas ici, pourquoi il ſe feroit aucune élevation.

2°. Il ſuit de ce ſentiment, que les liquides doivent s'élever à la même hauteur dans les mêmes tuyaux capillaires, ſoit qu'ils ſoient longs ou courts, ce qui eſt cependant contraire à un grand nombre d'obſervations, puiſque j'ai toujours trouvé, que les liquides montent beaucoup plus haut dans les longs tuyaux capillaires, que dans ceux qui ſont courts.

3°. Il s'éléve une bien plus grande quantité de liquide dans les tuyaux capillaires larges que dans ceux qui ſont étroits : ſi il y montoit toujours la quantité d'une goute, il faudroit que les hauteurs des liquides fuſſent en raiſon inverſe des quarrés des diamétres, qu'ont les tuyaux capillaires ;

au-lieu

au-lieu qu'on ne manque jamais de trouver, que les hauteurs des liquides élevés sont seulement en raison inverse des diamétres des tuyaux capillaites.

4°. Plus les huiles sont visqueuses, plus les goutes qu'elles forment sont grosses; ces goutes devroient par consequent monter plus haut dans les tuyaux capillaires : mais le mercure produit les plus grosses goutes, il devroit s'élever le plus haut; cependant tout cela ne s'accorde en aucune maniere avec les observations.

§. 612. On ne peut pas non plus regarder l'air subtil comme cause de cette élevation; car si cet air est si subtil qu'il puisse passer librement par les pores de tous les Corps, il faut aussi qu'il passe librement par les pores du verre : Or ces pores sont infiniment plus petits que les cavités intérieures des tuyaux capillaires, & par consequent cet air devra pénétrer librement dans les cavités intérieures, & comprimer le liquide qui s'y trouve avec la même force que celui qui est dehors. Concluons donc, que cette pression ne peut être la cause de l'élévation, quand même on supposeroit l'éxistence de l'air subtil.

§. 613. Mais joignons ici un Phénoméne tout-à-fait singulier. Si l'on suppose le tube EDC composé de deux tuyaux, & que le liquide monte dans le plus large jusqu'à la hauteur BG, mais qu'il puisse s'élever jusqu'à la hauteur EC dans un tuyau dont le diamétre est égal à celui de ED; si l'on remplit alors tout ce tuyau jusques en-haut en E, & que l'on enfonce le bout le plus large DC dans le petit verre RS, qui contient ce même liquide, le tuyau restera rempli jusques en-haut en E. En effet, la colomne intérieure du liquide, qui est posée directement au-dessous du petit tuyau ED, peut être élevée jusqu'à la hauteur CE : le reste du liquide, qui entoure la colomne du milieu, est attiré en partie par cette colomne, en partie par les parois, & par la voute supérieure du tuyau proche de D, ce qui fera que tout devra rester plein jusques en E. La même chose a aussi lieu, lors même que le verre ABD est fort large & qu'il finit par une extrémité étroite DC, dont l'ouverture proche de C a si peu de largeur, que si l'on avoit un tuyau de la largeur de C, & de la longueur de CE, le liquide s'éleveroit jusqu'à la hauteur CE; c'est pourquoi on trouve, qu'un verre de cette sorte rempli jusqu'à C, & ayant son bord inférieur AEB plongé dans le même liquide, reste plein jusques en-haut, comme l'a observé Monsieur Jurin.

Pl. IX. Fig. 5.

Pl. IX. Fig. 6.

§. 614. Que l'on prenne deux miroirs de verre, bien nets & bien secs, de même grandeur, & qu'on les pose l'un sur l'autre; qu'on les tienne ensuite perpendiculairement ou de biais, & que dans cette situation on plonge le bout inférieur dans un plat rempli d'eau, on verra alors que cette eau s'élevera avec beaucoup de violence & une grande rapidité entre ces deux miroirs jusqu'à une hauteur considérable. La même chose arrive aussi entre les surfaces de deux pieces de marbre, & entre deux plaques de cuivre, comme Monsieur Haukbée l'a remarqué. Si l'on met entre ces miroirs des Corps de diverses épaisseurs, de maniere qu'ils

soient

soient séparés les uns des autres, & que l'on marque ensuite jusqu'à quelles hauteurs l'eau s'éléve entr'eux, on trouvera, que ces hauteurs sont en raison inverse des distances où ils sont l'un à l'égard de l'autre. On voit aussi arriver la même chose dans un verre dont on a pompé l'air. On peut concevoir ces miroirs comme ne faisant qu'un tube de verre, dont le diamétre est étroit, de sorte que la cause, qui fait monter entr'eux les liquides, n'est pas différente de celle des tuyaux capillaires.

§. 615. Si l'on joint les deux miroirs ensemble, en leur donnant une situation perpendiculaire, & qu'ils se touchent d'un côté A B, mais qu'ils soient séparés de l'autre C D, de la même maniere qu'un livre lorsqu'on commence à l'ouvrir, de sorte qu'ils forment l'angle D A E; alors, si on met le côté inférieur C B I dans l'eau, elle s'élevera entr'eux, & montera fort haut du côté où les miroirs se touchent, comme proche de A B, au-lieu qu'elle s'élevera beaucoup moins du côté où ils sont séparés l'un de l'autre, comme proche de C D : l'eau qui monte entre ces deux miroirs formera une ligne courbe I f g, qui est une hyperbole, dont les asymptotes sont les côtés des miroirs A B, B C.

Pl. IX. Fig. 8. §. 616. Si l'on se sert de mercure au-lieu d'eau, pour faire cette expérience, le mercure formera aussi entre les miroirs AB, CD une hyperbole, mais qui sera dans une situation toute opposée à la précédente.

§. 617. Si l'on repand sur un miroir, incliné à l'horison, quelques goutes d'huile qui viennent d'être distillées, & sur-tout d'huile d'orange ou de carvi, & que l'on pose sur ce miroir un second miroir, dont le bord supérieur touche le premier, mais qui en soit un peu éloigné par en-bas, jusqu'à ce que sa surface commence à toucher legérement la surface supérieure des goutes; alors ces goutes venant à être attirées par les deux surfaces des miroirs, s'éleveront avec un mouvement accéléré jusqu'à l'endroit où les miroirs se touchent de plus près, & plus elles s'éleveront, plus aussi ce mouvement augmentera; elles ne cesseront aussi de s'étendre de plus en plus : on peut cependant poser les miroirs un peu de biais, & les élever à une telle hauteur, que la pesanteur des goutes soit égale à la vertu attractive des miroirs, & alors les goutes resteront suspenduës; mais si on éleve les miroirs encore plus haut, la pesanteur des goutes devra les faire descendre.

§. 618. Si au-lieu de prendre de l'huile on se sert de mercure, il ne s'élevera pas, mais il descendra vers l'endroit où les miroirs sont à une plus grande distance l'un de l'autre.

§. 619. On pourroit demander ici, ce qu'il y a proprement dans le verre qui produit cette grande vertu attractive? Que l'on fasse attention aux ingrediens du verre, & que l'on considére que c'est un Corps composé de sable, de plomb, & d'un sel alcali fixe, qui sont mêlés ensemble si étroitement qu'on ne voit pas qu'il reste aucune marque de ces trois Corps, quoiqu'ils soient cependant les mêmes qu'ils étoient auparavant, étant seulement intimement mêlés les uns avec les autres. Le sel alcali fixe agit d'abord sur le sel ammoniac, comme il paroit par leur mélange,

mélange, lorsqu'on veut faire du sel volatil : ne seroit-ce pas pour cela que l'urine & l'esprit de sel ammoniac sont attirés dans les tuyaux capillaires jusqu'à la plus grande hauteur ? Le sel alcali agit fortement sur tous les esprits acides, comme sur l'huile de vitriol, quoique cette huile n'agisse que foiblement sur le plomb ; c'est pourquoi elle doit être attirée fort haut par le sel alcali, comme cela arrive en effet, quoique ce sel soit pesant. L'Alkool n'est pas attiré par l'alcali, & il ne l'est que foiblement par le plomb & par le sable ; c'est pourquoi cet esprit, quoique leger & mobile, doit s'élever à la moindre hauteur dans les tuyaux capillaires. L'alcali, le sable, & le plomb agissent fortement sur l'eau, qui doit être par consequent attirée assez haut. Il nous paroît fort vraisemblable, que l'on peut fort bien faire dépendre les différentes vertus attractives, par lesquelles le verre agit sur divers liquides qui s'élevent dans les petits tubes de verre jusqu'à différentes hauteurs, de l'action particuliere des parties du verre, & sur-tout de l'action du sel alcali sur ces mêmes liquides, & encore plus si l'on fait attention aux expériences suivantes. L'eau ne dissout pas le verre, quoiqu'elle soit attirée fortement par le sel alcali, parce que ce sel, qui est en petite quantité, a pénétré profondément dans les pores du sable & du plomb, ce qui fait qu'il y est attiré avec plus de force que par l'eau : mais on peut fondre le verre dans trois fois plus de sel alcali dissous, dont la grande quantité de parties salines ne peut alors être contenuë dans les pores du sable & du plomb, comme ces parties s'en trouvent assez éloignées, il arrive de-là que le verre mêlé de cette maniere peut être fondu dans l'eau : Après cette opération, il suffit de verser de l'eau forte dans cette dissolution, & alors cet esprit acide attirera d'abord le sel alcali, & s'incorporera avec lui ; par là les parties du sable & du plomb se détachent les unes des autres, elles se séparent, & leur pesanteur les fait tomber au fond sous la forme de poudre. Cette expérience fait voir, que ce qui étoit alcali dans le verre reste alcali, de même que le sable ne cesse pas d'être sable, & que le plomb continue aussi de rester plomb tel qu'il étoit auparavant.

On concevra aussi à présent sans peine, pourquoi les tuyaux capillaires, qui ont le même diamétre, mais qui sont faits de diverses sortes de verre, n'élevent pas les liquides avec la même force, les uns les faisant monter plus haut que les autres. On comprendra en même temps, pour quelle raison divers liquides sont attirés davantage par un tuyau que par l'autre, selon les ingrediens qui entrent dans la composition du verre, & selon leurs proportions, car les verriers employent en effet diverses sortes d'ingrédiens. Lorsque je me suis servi du verre blanc d'Angleterre, le plus fin qu'il y ait, & dont on fait les verres à boire, j'ai observé que les liquides montoient dans le même tuyau capillaire jusqu'aux hauteurs que voici.

L'Eau à 26 lignes.

L'Alkool à 18 ou 19.

La Lessive de Sel de Tartre à 25 ou 26.

L'Esprit de Nitre à 20.
L'Huile de Vitriol à 26 ou 27.
L'Huile de Térébenthine à 18 ou 19.
L'Huile de Navet à 21.
L'Urine d'Homme à 33 ou 34.
L'Esprit de Sel Ammoniac à 30 ou 33.

Voici ce que Monsieur Bulfinger a observé à Petersbourg touchant l'élévation des liquides dans ces sortes de tuyaux. Le Brandevin, le Vin rouge, & l'Eau étoient comme 4, 7, 12, ce qui est fort différent de ce que nous avons remarqué nous-mêmes : je crois que cette différence vient uniquement de celle qui s'est trouvée dans les verres, dont il s'est servi pour faire ses expériences. C'est aussi pour cela, que les expériences que Monsieur Carré à faites en France ne s'accordent pas tout-à-fait avec les précédentes ; car en se servant d'un tuyau, qui avoit 12 pouces $\frac{1}{2}$ de long, & dont le diamétre étoit de la $\frac{1}{3}$ d'une ligne, il trouva que les liquides s'élevoient jusqu'aux hauteurs suivantes.

L'Eau à 5 $\frac{3}{4}$ ou 7 $\frac{1}{4}$ ou 10 lignes.
Le Brandevin à 3 $\frac{1}{2}$ ou 4.
L'Huile de Térébenthine à 4.
La Lessive de Sel de Tartre à 5 ou 6.
L'Esprit de Nitre à 4.
L'Huile d'Olive à 5.

J'ai fait dans la suite, avec de la Mine & des cailloux, du verre de couleur jaune, qui fond aisément & qui est fort fluide : j'en ai soufflé des tuyaux capillaires, & j'ai fait les expériences suivantes avec un de ces tuyaux, long de 7 pouces, & dont la cavité avoit un diamétre de $\frac{1}{50}$ pouce Rhenan.

L'Eau monta à 13 $\frac{1}{2}$ lignes.
L'Esprit de Sel marin à 9.
L'Alkool à 6.
L'Urine d'Homme recente à 13.
L'Esprit de Nitre à 7 $\frac{1}{2}$.
La Lessive de Sel de Tartre à 5.
L'Huile de Vitriol à 8 $\frac{1}{2}$.
Le Vin rouge à 8 $\frac{1}{2}$.
L'Esprit de Sel Ammoniac à 12.
L'Huile de Térébenthine à 7.

Il n'y avoit point de sel dans ce verre, de sorte que la vertu attractive dépend ici sur tout des cailloux & du plomb : c'est pour cela que les hauteurs des liquides sont fort différentes de celles que j'avois observées auparavant. Il s'y trouve cependant à tous égards quelque rapport, qui consiste en ce que les liquides les plus legers ne sont pas ceux qui s'élévent davantage, & que les plus pesans ne s'arrêtent pas le plus bas ; c'est pourquoi cette élévation ne peut pas dépendre de la pression de l'air, ou de la matiere subtile, ou d'aucun autre fluide. Si l'on réfléchit sur tout cela

cela bien mûrement, on trouvera, qu'il doit y avoir ici un principe, qui puisse produire le mouvement là où il n'y en avoit point auparavant, car les liquides quittent l'état de repos où ils se trouvoient, & s'élevent dans les tuyaux capillaires. Il n'y a certainement aucune Loi d'Adhésion qui puisse exciter un tel mouvement : cette Loi n'est autre chose qu'une certaine adhérence des Corps qui se trouvent les uns proche des autres.

§. 620. La vertu attractive se fait aussi remarquer d'une maniere bien sensible dans ce qu'on appelle *Sublimation Philosophique*, ou *Végétation des Sels* : car si l'on dissout du sel marin & du vitriol dans l'eau, & que l'on mette la dissolution dans une tasse ouverte ou dans un plat qui ne soit pas profond, les sels commencent comme à végéter tout autour de la surface du plat; & non seulement ils s'élevent ensuite jusqu'au bord supérieur, mais ils se repandent même autour de toute la surface extérieure, en s'avançant insensiblement de tous côtés par la vertu attractive du plat. Ces Phénoménes surprenans, qui font voir si clairement la vertu attractive, méritent bien qu'on consulte les Chymistes sur ce qu'ils en disent : on peut voir ce que Monsieur Boyle (*a*) & autres Chymistes (*b*) ont observé sur cette matiere.

§. 621. Les Corps se dissolvent les uns les autres, lorsqu'ils se réduisent mutuellement en plus petites parcelles, en sorte qu'ils se mêlent & s'incorporent. Tout Dissolvant est un liquide, lorsqu'il dissout un autre Corps. Ces sortes de liquides dissolvent ou les Corps solides, ou d'autres fluides, c'est ainsi que l'eau forte dissout le mercure : l'eau fait fondre l'huile de vitriol, l'esprit de nitre, ou l'esprit de sel marin, de même que le brandevin, & après la dissolution ils occupent moins de place qu'auparavant, en nageant les uns sur les autres & en se confondant ensemble. Mais passons à quelque chose de plus particulier, qui est la dissolution des Corps solides dans les liquides. Tous les sels se fondent dans l'eau, par ce que les parties salines attirent avec force les parties aqueuses, lesquelles, se jettant avec violence sur le sel, pénetrent dans ses pores, détachent quelques petits morceaux de ses parties solides, se confondent avec elles, & nagent ensuite ensemble; de sorte qu'il doit se produire alors entre ces parties un certain mouvement, qui n'y étoit pas auparavant, ou, si il y avoit quelque mouvement, il se trouve fort augmenté par cette vertu attractive. Il arrive souvent que la dissolution se fait plus vîte, lorsqu'on agite avec force les parties du liquide qu'on y verse, soit en les remuant ou en les secouant, ce qui est cause que le liquide choque avec plus de violence les parties salines, & qu'il les sépare les unes des autres : le feu met aussi tout en mouvement, & pousse avec une grande rapidité les parties des liquides contre le sel, d'où il arrive qu'il s'en détache continuellement quelques morceaux. Mais ce qui fait voir, qu'outre ce mouvement des liquides, il est encore besoin d'une

(*a*) *Contin. Experim.*
(*b*) *Hist. de l'Acad. Roy.* an. 1722.

d'une vertu attractive pour la dissolution, c'est qu'il ne se fond aucun sel ni dans les huiles distillées, ni dans les esprits de brandevin les plus subtils, quelque peine que l'on se donne pour mêler le tout ensemble, soit en secouant le mêlange, ou à l'aide du feu ; car le sel reste tel qu'il étoit sans se dissoudre, quoique les parties de ces esprits soient portées les unes contre les autres avec beaucoup de violence. Cela n'a pas seulement lieu dans les sels qui ne se dissolvent que difficilement, mais aussi dans d'autres sels qui se fondent aisément, tels que sont les sels alcalis, de même que le sel ammoniac.

§. 622. La fonte des métaux se fait aussi de cette maniere dans leurs dissolvans, ausquels les chymistes donnent le nom de *Menstruës*, qui sont ordinairement composés de parties aigues, pointuës, ou incisives, lesquelles sont attirées avec beaucoup de force par les métaux, ce qui fait que ces menstruës pénétrent profondément dans toutes les ouvertures, comme autant de coins & de poinçons, qu'ils mettent en pieces toutes les parties, & qu'ils les divisent quoiqu'elles tiennent fortement les unes aux autres. On peut bien mettre au nombre de ces menstruës incisifs l'esprit & l'huile de vitriol, l'esprit de nitre, de sel marin, &c. Ces liquides sont proprement les sels dissous dans l'eau ; lorsque ces menstruës sont biens purs, ils ont beaucoup de sel & peu d'eau, ce qui fait que les parties salines forment alors comme de petits cristaux ; c'est pourquoi ces menstruës n'agiront pas à beaucoup près avec autant de force, que quand ils sont dissouts dans une plus grande quantité d'eau, & que cette eau a par consequent réduit les cristaux à ses principes : cela se voit, lorsqu'on verse sur le plomb, ou sur quelques autres métaux, de l'huile de vitriol, de l'eau forte, de l'esprit de nitre, rectifiés, &c. car ces métaux ne se dissoudront qu'après qu'on y aura versé de l'eau.

§. 623. Il arrive aussi, que les dissolvans doux dissolvent certains Corps plus facilement que ceux dont les parties sont pointuës, rudes & âpres. Nous remarquons cela dans le mercure & l'huile d'olive, qui dissolvent facilement l'étaim & le plomb, quoique ces deux métaux ne se fondent pas dans l'huile de vitriol, qui est fort âpre. Lorsqu'on met de la mirrhe dans le blanc d'un œuf dur, ou qu'on fait dissoudre le blanc d'un œuf dur, en le mettant dans une cave jusqu'à ce qu'il soit réduit en eau, on pourra dissoudre la mirrhe par le moyen de cette eau douce, ce qu'on ne sçauroit faire à l'aide de l'eau forte, ni par le moyen d'aucun autre esprit pénétrant & incisif, ni enfin avec aucun sel. Cela dépend de la vertu attractive de ce dissolvant, qui agit sur la mirrhe avec plus de force qu'aucun autre esprit corrosif. On doit aussi concevoir de cette maniere, pourquoi l'eau régale dissout l'or, quoiqu'il n'y ait aucune autre eau forte qui puisse produire cet effet. C'est aussi pour cela que l'or peut être dissous par le mercure, qui est d'ailleurs de lui-même un liquide insipide & fort doux. L'or se dissout aussi de telle maniere dans le foye de soufre dissous sur le feu, que l'eau le fond dans la suite, & qu'il passe avec lui à travers le papier brouillard, comme Messieurs Stahl & Grosse l'ont observé.

§. 624.

§. 624. Il y a des Corps, qui ne peuvent être diſſouts par d'autres, qu'après avoir été un peu pénétrés par un troiſiéme Corps : l'eau ne diſſoudra jamais la craye, ni aucune autre terre, ni les coquilles de poiſſons; mais il faut auparavant imbiber tous ces Corps, de quelque eſprit acide, qui les pénétre, & qui écarte un peu les parties les unes des autres, & alors elles ſe diſſoudront facilement dans l'eau. Le ſoufre ne ſe diſſout pas non plus dans l'eau, quand il eſt ſans mêlange, mais on n'aura pas de peine à l'y fondre, lorſqu'on l'aura fait rougir pendant quelque temps ſur le feu avec de la potaſſe dans un creuſet bien luté. Cette matiere eſt tout-à-fait riche, & remplie d'éxemples qui font voir, qu'il y a réellement dans les Corps une vertu attractive : on peut conſulter ce qu'en a écrit Monſieur H. Boerhaave dans ſon excellent Traité de Chimie, où ce ſujet eſt très-bien traité.

§. 625. Lorſqu'on ſera bien au fait du principe de l'attraction, on n'aura pas de peine à concevoir, comment ſe font les ſéparations Chimiques, auſquelles on donne communément le nom de *Précipitations*. Ces précipitations arrivent, lorſque ſur la diſſolution de deux Corps on en verſe un troiſiéme qui déſunit d'abord & ſépare un de ces deux Corps, lequel ſe précipite au fond par ſa peſanteur.

§. 626. Le brandevin eſt compoſé d'une huile intimement mêlée avec l'eau : ces deux liquides ſe diſſolvent mutuellement, lorſqu'on jette dans le brandevin un ſel alcali fixe & bien ſec, qui attire l'eau avec beaucoup de force, ce ſel s'imbibera de l'eau de l'eſprit de vin, & en ſera diſſout; cette diſſolution ſe précipitera au fond, & ne laiſſera que l'eſprit, qui ayant moins de peſanteur s'élevera ſur la ſurface où il ſurnagera.

§. 627. Faites diſſoudre le ſel d'Ebſom dans l'eau, ces deux Corps ne s'attireront que foiblement : verſez deſſus de l'eſprit de vin rectifié, qui attire l'eau avec plus de force, & vous verrez que le ſel ſe ſéparera d'abord de l'eau & ſe précipitera au fond du vaſe, ou il ſe convertira en criſtaux. Lorſqu'on a diſſout par la coction la réſine de certaines plantes dans l'eſprit de vin rectifié, ces deux Corps ne laiſſent pas de s'attirer l'un l'autre ; mais l'eſprit de vin attire l'eau avec beaucoup plus de force que la réſine: ſi on verſe donc alors de l'eau ſur cette diſſolution, elle attirera d'abord l'eſprit, qui ſe ſéparera de la réſine, laquelle par ſa peſanteur ſe précipitera au fond où elle ſe convertira en maſſe.

§. 628. Que l'on faſſe diſſoudre du mercure dans de l'eau forte, que l'on verſe enſuite ſur cette diſſolution de la ſaumure, qui eſt attirée avec plus de force par l'eau forte que l'eau forte n'attire le mercure, & on verra alors le mercure ſe ſéparer de ſon diſſolvant, & ſe précipiter au fond où il paroitra ſous la forme d'une poudre blanche.

§. 629. Que l'on diſſolve de l'argent dans de la bonne eau forte, & que l'on plonge enſuite dans cette diſſolution des lames de cuivre, elles ſeront attirées par l'eau forte plus fortement que l'argent ne l'avoit été, d'où il arrivera que l'argent ſe précipitera au fond ſous la forme de poudre : Que l'on plonge enſuite du fer dans la diſſolution du cuivre; comme

le fer eſt attiré par l'eau forte encore plus fortement que le cuivre, d'abord le cuivre abandonnera ſon diſſolvant, & ſe précipitera au fond.

§. 630. Plongez du zinck dans cette diſſolution du fer, l'eau forte agiſſant encore davantage ſur le zinck que ſur le fer, celui-ci ſe ſéparera de ſon diſſolvant & ſe précipitera au fond : Jettez enſuite des yeux d'écreviſſes dans la diſſolution du zink, ils fermenteront d'une maniere terrible avec l'eau forte, & l'attireront, d'où il arrivera que le zinck ſe trouvant abandonné ſe précipitera au fond : Verſez après cela de l'eſprit urineux ſur ces yeux d'écreviſſes diſſouts, il ſe fera d'abord une nouvelle efferveſcence, cauſée par l'attraction de l'Urine qui agit fortement ſur l'eau forte, & alors les yeux d'écreviſſes ſe ſépareront, & ſe précipiteront en même-temps au fond : Jettez enfin ſur cette derniere diſſolution quelque ſel alcali fixe, qui agit extrémement fort ſur l'eau forte, il arrivera encore que le ſel volatil urineux venant à ſe ſéparer, s'élevera en-haut où il ſera emporté par ſa legéreté.

§. 631. De tous les aimans, qui attirent l'eau repanduë dans l'air, nous n'en connoiſſons juſqu'à préſent aucun, qui agiſſe avec autant de force que les ſels alcalis. Que l'on prenne une once de ſel de tartre, bien ſec, qu'on le mette ſur un plat ouvert dans la cave, en fermant bien toutes les fenêtres & les portes, afin que l'air ne ſoit pas agité, & bientôt après ce ſel attirera de l'air trois onces d'eau, qui le feront fondre. Monſieur de la Hire *(a)* ayant mis dans la cave de l'Obſervatoire de Paris un verre, après avoir lié autour de ſon bord un linge trempé dans la leſſive de ſel de tartre, il trouva dans la ſuite que ce ſel avoit attiré une grande quantité d'eau, qui s'étoit amaſſée dans le verre.

§. 632. Il y a encore d'autres ſortes d'aimans, qui ſont mêmes fluides, & qui attirent l'humidité de l'air : tels ſont les plus forts eſprits acides, comme l'huile de vitriol, & le beure d'antimoine, &c ; car étant expoſés à l'air, quoique ce ſoit dans une chambre, ils deviennent continuellement plus peſans par l'humidité de l'air qu'ils attirent, & avec laquelle ils s'incorporent.

§. 633. Outre l'eau qui nage dans l'air, il s'y trouve auſſi diverſes ſortes de ſels, qui ſont attirés par certains Corps avec beaucoup de force, ce qui les oblige d'abandonner l'air où ils étoient diſſouts, & dans lequel ils flottoient auparavant. Il y a certains métaux, comme le fer & le cuivre, que l'on peut mettre au rang de ces ſortes d'aimans, qui ont la vertu d'attirer le ſel : ils s'imbibent en effet des ſels qui ſe ſont élevés dans l'air & qui y nagent : ils ſont diſſouts par ces ſels ; leurs parties, mêlées avec les parties ſalines, forment la rouille & le verd-de-gris : c'eſt pour cette raiſon que les métaux ſe rouillent plus qu'ailleurs dans ce Pays, où l'air eſt plein de ſel ; mais dans les endroits où l'air eſt pur, il n'y a point de rouille, ou il ne s'y en forme que fort peu : Quoi, tout ne ſe rouille-t-il pas bientôt en Hollande, & ſur tout dans les endroits, qui ſont voiſins de la Mer !

(a) *Hiſt. de l'Acád. Roy.* An. 1703.

Mer ! Le fer se rouille beaucoup moins en Allemagne. Il y a une sorte de pierre, que l'on trouve sur les côtes d'Angleterre dans la glaise bleuë, il s'en rencontre aussi en divers autres endroits de l'Europe, comme en Allemagne, dans le Braband sur l'Escaut, en Suede dans la Province de Neritia proche du village d'Axberg dans une Mine. On donne à cette Pierre le nom de *Pyrites*, à cause de sa dureté : Elle est d'un jaune tirant sur le verd, pesante, & un peu luisante. Elle attire avec beaucoup de force les sels repandus dans l'air. Lorsqu'on l'expose au grand air, elle commmence à se crevasser ; recevant de tous côtés de petites fentes, dans lesquelles s'amasse le sel qu'elle attire, & qui y augmente si considerablement, que les crevasses deviennent plus grandes, & réduisent la pierre en piéces & en poussiere, ce qui fait que le sel s'y attache & y croît de tous côtés, comme une barbe. Bien plus, je conserve dans mon cabinet quelques-unes de ces pierres, autour desquelles il s'est amassé du sel, comme si on les eût couvertes de coton. Ce phénoméne ayant été observé par ceux qui font le vitriol, ils ont soin de placer ces pierres assez proche les unes des autres sur du vieux fer, que l'on pose sur une montagne qui va en panchant, & dont le fond qui est dur ne peut-être pénétré par l'eau. Ces pierres attirent alors le sel qui se trouve dans l'air, la pluye venant à tomber dessus dissout ce sel, qui se détachant des pierres tombe sur le fer, où il coule avec la pluye, & qu'il ronge : il descend ensuite tout le long du Sol qui va en panchant, & lorsqu'il est arrivé en-bas, il se décharge dans un grand chauderon de plomb, où on le fait cuire & où il s'évapore, jusqu'à ce qu'il puisse se convertir en cristaux, qui sont notre vitriol commun verd ou la couperose. Qu'on ne vienne pas me dire, que ce sel se trouvoit auparavant dans la pierre, car quand on voudroit faire évaporer par le feu cent livres de l'eau où cette pierre auroit resté long-temps, on n'en tireroit pas un seul grain de sel ; d'ailleurs cette pierre devient plus pesante lorsqu'on l'expose à l'air, ce qui vient uniquement du sel qui s'y attache. En Suede, on tire premierement le soufre de cette pierre, en la distilant, & lorsqu'on expose ensuite la résidence au grand air, il s'y amasse du vitriol, comme l'a observé Léopold dans son voyage de Suede.

§. 634. Ne voyons-nous pas tous les jours, qu'il croît en assez grande quantité un certain sel blanc & mou, sur les pierres des maisons nouvellement bâties ; que ce sel croît de même sur les murailles qui viennent d'être cimentées, sur les pierres de chaux, sur celles de plâtre, & sur de semblables Corps exposés à l'air. Ce Sel est le premier principe du salpêtre, répandu par-tout dans l'air, d'où il est attiré par ces pierres. Les Ouvriers ramassent ce sel ; & après y avoir ajoûté de la chaux & des sels alcalis, ils le donnent ensuite pour du salpêtre, dont on peut faire usage. Telle est l'opinion commune à l'égard de la maniere dont ce sel est produit : mais je doute fort que ce sentiment puisse entierement satisfaire, puisque je sçai qu'il se trouve dans le sable une très-grande quantité de vitriol, qui contient en lui-même un sel acide ; il y a aussi dans la chaux un sel alcali : ces deux sels se dissolvent dans l'eau, avec laquelle on mêle le

sable

ſable & la chaux, ils ſe changent tous les deux en un ſel neutre qui tranſpire en dehors avec l'eau qui s'évapore & ſe manifeſte enfin ſur la ſuperficie des pierres. Ce Sel ne paſſe donc pas de l'air dans les pierres, mais il vient du ſable & de la chaux ; c'eſt pour cela qu'il ne paroit ſur les murs que pendant un certain temps, juſqu'à ce qu'il en ſoit emporté par la pluye.

§. 635. Si l'on expoſe pendant quelques jours au grand air la tête-morte de l'alun, qui eſt déja inſipide, elle deviendra non ſeulement ſalée, mais auſſi plus peſante qu'auparavant, ce qui fait croire qu'elle a effectivement reçu quelque nouveau ſel, répandu auparavant dans l'air ; car autrement, ſi on ne la trouvoit pas plus peſante, on pourroit penſer que certaines parties terreſtres, qui auroient été diſſoutes par l'air, ſeroient devenuës d'un gout ſalé.

§. 636. La vertu attractive ne ſe fait pas moins remarquer dans d'autres Corps. Lorſqu'on plonge dans l'eau une brique, qui vient d'être cuite, elle attire l'eau avec impétuoſité & grand bruit. Ceux qui prennent du tabac en fumée éprouvent la même choſe, lorſqu'ils mettent dans la bouche une pipe toute neuve. La terre-à-foulon attire l'huile avec beaucoup plus de force que ne fait la laine, & c'eſt pour cela qu'on s'en ſert afin de tirer des draps toute l'huile qui s'y trouve, & ôter des habits toutes les taches graſſes qui s'y ſont faites.

§. 637. Lorſqu'on remplit de ſable un tube de verre, ouvert de chaque côté, & qu'on le plonge perpendiculairement dans un verre plein d'eau, alors l'eau s'éleve juſqu'au haut de ce tube où elle eſt attirée par le tube.

§. 638. Rempliſſez de mine un tube de verre, & pour empêcher la mine de tomber couvrez avec un morceau de linge le bout inférieur du tube, plongez-le enſuite perpendiculairement dans un verre plein d'eau, & vous verrez alors l'eau monter à travers la mine juſqu'à la hauteur de 30 ou 40 pouces. Les cendres de bois, ou celles de nos tourbes de Hollande attirent l'eau avec beaucoup de force ; auſſi trouve-t-on, que l'eau monte dans un tube de verre rempli de cendres juſqu'à la hauteur de 30 pouces, & même encore plus haut. C'eſt envain qu'on objecteroit ici, que cela vient de la preſſion de notre Atmoſphere, comme ſi la preſſion de l'air agiſſoit avec moins de force entre les parties des cendres qu'elle n'agit au-dehors ſur l'eau ; car lorſqu'on fait cette expérience dans le vuide, l'eau monte encore plus haut & plus facilement dans les cendres, comme l'a obſervé Monſieur Haukſbée.

§. 639. Lorſqu'on met dans un tube du papier brouillard, que l'on a tordu, en ſorte qu'il ne rempiliſſe que la moitié de ſon diamétre, on trouve que l'eau monte dans ce tube juſqu'à la hauteur de 151 lignes ; mais lorſque le papier brouillard remplit éxactement tout le tube, l'eau s'y éleve alors juſqu'à la hauteur de 225 lignes.

§. 640. L'huile monte tout le long du coton dans une lampe, par cette ſeule raiſon qu'elle eſt attirée par le coton ; car le même Phénoméne ne manque

manque pas d'arriver dans le vuide tout comme ailleurs. C'eſt auſſi pour cela que l'eau s'éleve juſqu'à une hauteur conſidérable dans les fils de laine, & dans des morceaux de drap , que l'on a ſuſpendus. Monſieur Petit a obſervé, (*a*) que cela arrivoit de la même maniere dans le vuide. Il ſuſpendit pour cet effet un morceau de drap, dont l'un des bouts tomboit dans un verre plein d'eau, tandis que l'autre bout paſſant par-deſſus le bord alloit repoſer dans un autre verre : Après avoir enfermé tout cet appareil dans un grand verre, dont il eut ſoin de pomper l'air, il trouva quelque temps après, que le drap avoit attiré l'eau & qu'elle s'étoit renduë par-deſſus le bord du verre juſques dans celui qui étoit vuide, lequel elle avoit rempli juſqu'à la même hauteur, de ſorte qu'elle ſe trouvoit de niveau dans les deux verres.

§. 641. Le mercure attire auſſi le ſoufre avec beaucoup de force, de ſorte qu'on a enſuite de la peine à l'en retirer, comme cela paroît lorſqu'on fait l'étiops minéral ou le vermillon.

Il ſe préſente chaque jour une infinité d'éxemples de ſemblables attractions, & ſi l'on y fait quelque attention, on ne manquera pas de s'appercevoir bientôt, qu'on a attribué mal-à-propos à la preſſion de l'air ſubtil ou groſſier un grand nombre d'effets, qui ne dépendent abſolument que de l'attraction.

§. 642. Non ſeulement les Corps s'attirent mutuellement, mais il y en a auſſi quelques-uns qui ſe repouſſent, & qui ſemblent ſe fuir les uns les autres, comme ſi il y avoit entr'eux une haine mutuelle. Il ne paroit pas que ces répulſions ſoient toutes de même nature, ni qu'elles dépendent de la même cauſe. Nous n'avons pas encore fait un aſſez grand nombre d'Obſervations & d'éxpériences, pour que nous puiſſions déterminer quelle en eſt la véritable cauſe ; & comme nous ne voulons pas perdre notre temps à faire des conjectures, nous nous contenterons de parler ici de quelques répulſions.

§. 643. Lorſque les parties des Corps ſe ſéparent les unes des autres par la pourriture, la fermentation, l'efferveſcence, le feu & la diſſolution, elles deviennent élaſtiques, elles ſe fuyent, & ſe repouſſent mutuellement, comme font les parties de l'air. L'eau & les huiles épaiſſes ſe repouſſent réciproquement, il ne s'en fait aucun mélange quand on les verſe les unes ſur les autres, mais elles ſe tiennent ſéparées, & le liquide le plus leger nage alors ſur celui qui eſt le plus peſant : Les ſecoue-t-on avec force, elles ſe mêlent pour quelque temps, mais dès-qu'on ceſſe de les agiter, elles ſe ſéparent de nouveau, l'huile s'unit avec l'huile, & l'eau ſe confond avec l'eau. C'eſt pour cela que le lumignon d'une lampe, dont la plus grande partie eſt compoſée d'huile, nage ſur l'eau, la repouſſe, & ne peut ſe mêler avec elle, à moins qu'on ne le frotte avec quelque ſavon, comme avec de la bile, ou de la cire de l'oreille, &c. C'eſt auſſi de cette maniere que quelques inſectes ſe promenent & ſautent ſur l'eau, ſans ſe

(*a*) *Hiſt. de l'Acad.* An. 1722.

mouiller les pates, formant ſeulement de petits creux dans l'eau, comme fait auſſi une petite boule de bois fort legére, dont toute la ſurface eſt enduite de graiſſe. Il ſort des pates de ces inſectes une ſueur graſſe qui repouſſe auſſi l'eau de la même maniere. C'eſt une choſe bien étonnante, que nous ne puiſſions pas encore incorporer avec l'eau les huiles diſtilées, ni celles que l'on tire par expreſſion, tandis que ces mêmes huiles ſe trouvent unies d'une maniere ſi intime avec l'eau dans les plantes ; mais il ſemble que cette union dépend alors des ſels qui s'y rencontrent, & qui forment avec les huiles une ſorte de ſavon, à l'aide duquel l'eau peut être attirée par l'huile. Lorſqu'on éxamine la térébenthine, on trouve qu'elle eſt compoſée d'eau acide & d'huile, incorporées fort intimement l'une avec l'autre, de ſorte qu'il n'eſt pas poſſible de ſéparer l'ean d'avec l'huile, ni de faire ſortir l'eau la premiere dans la diſtillation ; car quelque feu que l'on faſſe ; l'huile remonte toujours & ſurnage l'eau : cependant dès-qu'on a une fois ſéparé l'huile d'avec l'eau, il ne ſe fait plus aucun mélange de ces deux liquides, ſoit qu'on les ſecouë, ou qu'on les mette l'un ſur l'autre.

§. 644. La graiſſe des plumes des oiſeaux aquatiques fait qu'elles ne ſe mouillent jamais, mais elles écartent & repouſſent l'eau, au-lieu que l'eau pénetre & mouille les plumes des autres oiſeaux, qui ne ſont pas enduites de cette graiſſe. On croit que les oiſeaux aquatiques ſont obligés d'arranger continuellement leurs plumes, en les faiſant gliſſer ſucceſſivement par leur bec, de les joindre éxactement pour en fermer toutes les avenuës, & de les huiler en même-temps avec leur bec. Quant aux oiſeaux, qui ne ſont pas fournis de cette matiere viſqueuſe, ils peuvent bien arranger leurs plumes, mais il ne ſçauroient les huiler, ni par conſequent les rendre impénétrables à l'eau.

§. 645. La ſemence de pluſieurs plantes mâles eſt auſſi fort oléagineuſe. Cette ſemence n'eſt autre choſe, qu'une eſpéce de pouſſiere de diverſes couleurs, qui tient au ſommet des étamines dans les fleurs : Elle eſt jaune dans le lis blanc, rouge dans le lis friſé, noire dans pluſieurs eſpeces de tulipes, &c. toutes ces ſemences repouſſent l'au. Cela ſe voit fort bien dans la ſemence du pied de loup, car ſi on en enduit le dedans d'un verre, on s'appercevra que l'eau qu'on y verſe reçoit une ſurface convexe, & qu'une goute d'eau y paroit ſous la forme d'un globule parfaitement rond. L'eau ne pénétrera pas non plus un morceau de toile, ni le papier ou le cuir, ſi on a ſoin de les frotter auparavant comme il faut avec cette ſemence.

§. 646. On voit auſſi, que les goutes d'eau conſervent leur figure ſphérique ſur les feuilles graſſes de certaines plantes, comme ſur celles de chou & de pluſieurs autres.

§. 647. Il nous ſemble, qu'on peut auſſi rapporter ici les poils de quelques animaux, ſur-tout ceux des chevaux & des chamaux, qui repouſſent l'eau avec tant de force, qu'elle ne peut preſque s'y attacher ; & c'eſt pour cela qu'il n'y a point de meilleurs manteaux que ceux de camelot, parce qu'il a une vertu répulſive qui le rend impénétrable à l'eau. Il en eſt de même à l'égard des cheveux d'homme, des toils d'Araignée, & de la

ſoye cruë, car il eſt bien dificile d'imbiber toutes ces choſes d'eau, ſi on ne les fait bouillir auparavant dans de fortes leſſives.

§. 648. Lorſqu'on fait de l'eſprit de vin par le moyen de la potaſſe, & que cette leſſive ſe trouve diſſoute ſous cet eſprit, on ne pourra plus incorporer de nouveau l'eſprit de vin avec cette eau qui s'y trouvoit auparavant.

§. 649. Mais, outre ces cauſes de répulſion, il s'en rencontre encore d'autres, qui empêchent que le mercure puiſſe ſe reünir avec l'antimoine, quelque force & quelque temps que l'on employe à les broyer enſemble dans un mortier de fer, car le mercure ne manque pas alors d'être toujours repouſſé par l'antimoine. Lorſqu'on broye dans l'eau un amalgame de mercure & de plomb, il ſe décharge d'une poudre noire que l'on ne ſçauroit autrement ſéparer du mercure.

§. 650. Le cuivre fondu dans un creuſet ſur le feu, & jetté enſuite dans l'eau, ou dans quelque moule humide, eſt repouſſé avec tant de violence, qu'il ſe réduit en poudre. L'aiman repouſſe l'aiman, il repouſſe auſſi une aiguille de Bouſſole aimantée: ces dernieres répulſions doivent être attribuées à certaines cauſes, qui nous ſont juſqu'à préſent entierement inconnuës. On voit donc par-là, qu'il y a encore bien des choſes à découvrir dans la nature. Il y a tout lieu d'eſperer, qu'on pourra faire de grands progrès, pourvu que les Philoſophes veuillent employer leur temps à faire de nouvelles expériences & des obſervations, ſans oublier de raſſembler avec jugement le plus de Phénoménes qu'il ſera poſſible, & de les examiner avec attention, avant que de ſe déterminer à établir aucun ſyſtême. On doit ſur-tout avoir continuellement devant les yeux ces deux parfaits modéles, que les deux Grands-Hommes de ce Siécle nous ont laiſſés, ſçavoir l'optique de Monſieur Newton & la Chymie de Monſieur Boerhaave.

CHAPITRE XIX.

De l'Adhérence des Corps.

§. 651. NOus appellons *Adhérence*, ou *Cohéſion*, cette condition & force des Corps, par laquelle leurs parties s'oppoſent à leur ſéparation, quelle que puiſſe être la cauſe de leur union, ou de quelque maniere qu'elle ſe ſoit faite: en ſorte qu'on ne puiſſe plus les éloigner ou les écarter les unes des autres avec la même force qui pouvoit les mettre en mouvement lorſqu'elles étoient ſeules; & qu'il n'y ait aucun moyen de les ſéparer en n'employant d'autre force que celle avec laquelle on les avoit jointes, étant beſoin pour cet effet d'une plus grande force.

§. 652. J'ai dit au §. 536, que les plus petites parties des Corps poſées les unes ſur les autres tiennent enſemble, parce qu'elles s'attirent mutuellement.

ment. Quant aux grands Corps, & qui sont séparés les uns des autres, nous les joignons encore ensemble de diverses autres manieres, que je vais rapporter ici en peu de mots.

§. 653. Si l'on comprime les Corps extérieurement, ils tiendront les uns aux autres, à proportion de la force avec laquelle ils seront comprimés. Notre Atmosphére par sa pesanteur presse les Corps qu'elle environne, les uns contre les autres, lorsqu'il ne se trouve point d'air entr'eux. Cela se remarque, quand on met deux Sphéres concaves de cuivre l'une sur l'autre, & qu'on en pompe l'air qu'elles contiennent; car elles tiennent alors l'une à l'autre avec une force, qui est égale à toute la pesanteur de notre Atmosphére, lorsqu'elle agit sur le plan d'un cercle, dont la grandeur est égale à celle du plus grand cercle de cette Sphére.

§. 654. Ces Corps-là tiennent ensemble, qui agissent les uns sur les autres par une vertu magnétique; c'est ainsi qu'un aiman tient à un autre aiman, un aiman au fer, & le fer aimanté à un autre fer.

§. 655. Tous les Corps, posés les uns sur les autres, tiennent ensemble, en tant qu'ils agissent les uns sur autres par leur vertu attractive, comme cela paroit dans tous les Corps qui ont une surface unie & polie, suivant le §. 538. Pour que deux Corps, qui s'attirent reciproquement, puissent tenir l'un à l'autre, il faut qu'ils se touchent immédiatement, ou du moins qu'ils ne soient pas fort éloignés; car une distance considérable est un obstacle à leur union: c'est ce qui se remarque, lorsqu'on veut souder des métaux; car tant que leur surface ne sera pas nette la soudure ne tiendra pas; c'est pourquoi les Ouvriers sont obligés de bien polir ou limer les surfaces des métaux; & afin d'empêcher que le feu ne rende de nouveau les surfaces rudes, & ne fasse de cette maniere que la soudure ne soit bien jointe tout contre le métal, ils ont soin d'enduire les surfaces de borax, de sel ammmoniac, de graisse de verre ou de résine, de suif de chandelle, ou de quelqu'autre chose. Les surfaces de tous les grands Corps sont fort raboteuses, ce qui est cause qu'ils ne se touchent que dans un petit nombre de points, lorsqu'ils sont posés les uns sur les autres, & qu'ils se trouvent séparés en d'autres endroits, où l'attraction est par consequent beaucoup moindre. Moins les Corps sont raboteux, plus ils se touchent, aussi voit-on que ceux, qui ont une surface fort unie, s'attirent davantage & tiennent plus fortement les uns aux autres que ceux qui sont raboteux. Mais, pour rendre les surfaces encore plus unies, il faut les enduire de quelque liquide, dont les parties soient fort fines, & qui puissent boucher les pores; par consequent, si l'on met entre les surfaces des Corps solides, de l'huile, de la graisse, de la résine, de la cire, de la poix, &c. fonduës, ces Corps tiendront ensemble avec une force incroyable, dès qu'on viendra à les appliquer les uns contre les autres. En effet, non seulement les éminences des parties qui se touchent, s'attireront mutuellement; mais cette attraction sera encore augmentée par ces corpuscules, qui remplissent les cavités, & qui, agissant alors comme autant de petits aimans, attirent les deux Corps l'un vers l'autre, & augmentent par-là leur adhérence mutuelle.

§. 656.

§. 656. La Chymie nous apprend, que les parties terreſtres des plantes tiennent enſemble par le moyen d'une huile épaiſſe, qui n'en peut être ſéparée, ſoit qu'on les faſſe ſecher ou bouillir dans l'eau, mais ſeulement lorſqu'on les brule au grand air: en effet, elles ſe convertiſſent en cendres, qui n'ont plus aucune liaiſon, auſſi-tôt que cette huile eſt conſumée: ſi l'on incorpore ces cendres avec de l'huile & de l'eau, les parties ſe lieront & s'uniront enſemble. Les os d'animaux qu'on fait bouillir long-temps avec de l'eau dans le pot de l'invention de Monſieur Papin, deviennent fort fragiles, & ſe caſſent auſſi-tôt qu'on vient à les frotter; mais on ne les plonge pas plutôt dans l'huile, qu'ils redeviennent durs, & ne ſe caſſent pas facilement. Le charbon de bois conſerve ſa dureté & ſa ſolidité, auſſi long-temps qu'il contient cette huile noire qui lie & unit toutes ſes parties; mais dès-que le feu, qu'on allume au grand air, lui enléve cette même huile, il ſe réduit ſur le champ en pouſſiere & en cendres. Les vers, qui ſe tiennent dans le bois, tirent leur nourriture de l'huile qui s'y trouve, ils réduiſent en poudre les parties terreſtres en les rongeant, ce qui fait que cette vermoulure & le bois ainſi rongé par ces vers tombe en pouſſiere, qui n'eſt pas du tout liée & qui ne peut plus bruler dans le feu. On peut conſerver le bois des ſiécles entiers dans toute ſa dureté, & comme ſi il étoit tout neuf, pourvu qu'on l'enduiſe d'huile de lin, qui, en bouchant les pores, colle en quelque ſorte les parties du bois enſemble. L'expérience ne nous a-t-elle pas appris, qu'il faut peindre le bois dans ce Pays, ſi on veut le conſerver long-temps. Lorſqu'on peint le bois, quand on le poiſſe, ou qu'on le goudronne, on ne fait que remplir ſes pores d'huile, & rien autre choſe. Plus les parties du liquide intermédiaire s'ajuſtent éxactement avec la figure des cavités qu'elles rempliſſent, plus elles attirent les deux Corps & augmentent en même-temps leur adhérence: C'eſt ce que j'ai découvert en faiſant un grand nombre d'expériences, que je vais expoſer ici.

Je pris des Corps cilindriques, dont le diamétre étoit de $1\frac{11}{12}$ pouce rhénan, les ſurfaces avec leſquelles ils ſe touchoient étoient preſque parfaitement plates & unies; je les fis chauffer dans de l'eau bouillante, & après avoir enduit leurs ſurfaces de ſuif de chandelle, je les mis d'abord les uns ſur les autres: je les fis enſuite refroidir, après quoi je trouvai que leur adhérence s'étoit faite en même-temps, de la maniere que voici.

Les Corps de Verre	130 ℔.	De Biſmuth	100 ℔.
De Cuivre jaune	150 ℔.	De Marcaſſite d'Or	150 ℔.
De Cuivre rouge	200 ℔.	De Plomb	275 ℔.
D'Argent	125 ℔.	De Marbre blanc	225 ℔.
D'Acier trempé	225 ℔.	De Marbre noir	230 ℔.
De Fer fléxible	300 ℔.	D'Ivoire	108 ℔.
D'Etaim	100 ℔.		

§. 657. La chaleur de l'eau bouillante n'eſt pas conſidérable, ce qui fait que les parties ſolides peuvent à peine être écartées les unes des autres, & que les pores ne s'ouvrent que peu, de ſorte que la graiſſe ne ſçauroit y pénétrer profondément, ni faire par conſequent la fonction d'un aiman qui agit avec force : Ainſi, afin que la graiſſe pût alors mieux remplir les pores, je rendis ces Corps beaucoup plus hauds, en les frottant de graiſſe, dans le temps qu'elle étoit comme bouillante, & après qu'ils furent refroidis, ils s'attirerent reciproquement avec beaucoup plus de force, comme on le peut voir parce qui ſuit.

De verre	300 ℔.	De Fer	950 ℔.
De Cuivre jaune	800 ℔.	De Cuivre rouge	850 ℔.
De Marbre blanc	600 ℔.	D'Argent	250 ℔.

§. 658. Si le fluide intermédiaire eſt peſant, il doit être auſſi fort ſolide; & comme ce ſont les Corps qui s'attirent reciproquement & non les pores, il ſuit que lorſqu'on a deux liquides compoſés de parties qui ayent la même grandeur & la même figure, l'attraction du plus peſant ſera plus forte que celle de l'autre : c'eſt pourquoi ſi l'on enduit les ſurfaces des Corps cilindriques en queſtion de deux liquides, dont la peſanteur ſoit différente, celles d'entr'elles qui auront été frottées du fluide le plus peſant, tiendront plus fortement les unes aux autres que celles qui auront été enduites du liquide le plus leger. La choſe ne doit cependant s'entendre de cette maniere, que lorſque la figure & la grandeur des parties eſt la même ; mais en cas qu'il y aït de la différence à cet égard, & que la figure du liquide le plus peſant ſoit diſpoſée de telle ſorte qu'elle ne rempliſſe pas les pores des Corps auſſi éxactement que la figure du fluide le plus leger, il pourra arriver que le liquide le plus leger unira les deux Corps avec autant de force que pourroit faire le fluide le plus peſant, & même encore plus fortement. Ceci pourra nous faire connoître quelques nouveaux Phénoménes, qui ſeroient d'ailleurs fort difficiles à expliquer ; & c'eſt le grand nombre d'expériences, que j'ai faites ſur l'adhérence des Corps, qui m'en a fourni l'occaſion. Si l'on fait cuire dans l'eau de la colle de poiſſon ou quelqu'autre colle commune, & qu'on s'en ſerve pour faire tenir enſemble deux piéces de bois ou d'ivoire, l'adhérence de ces deux piéces de bois ou d'ivoire ſera moins forte que ſi l'on eût fait bouillir la colle de poiſſon dans le brandevin, qui auroit rendu ſes parties beaucoup plus fines en les fondant, quoique cette colle ſoit plus légére que la précédente. L'eau dont on frotta les Corps de cuivre, les fit tenir enſemble avec une force de 12 onces, l'huile avec une force de 18 onces, la térébenthine de Veniſe avec une force de 24 onces, la réſine avec une force de 850 ℔, le ſuif de chandelle avec une force de 800 ℔. Tous ces Corps ſont plus legers que l'eau ; mais la poix, qui eſt plus peſante que l'eau, a une ſi forte attraction, qu'elle colla les Corps cilindriques avec une force de plus de 1400 ℔. On doit bien prendre garde

garde, en faisant ces expériences, qu'il ne reste point d'air entre les surfaces; on peut empêcher cela, en frottant & en pressant fortement les Corps les uns contre les autres, après les avoir enduit du liquide qui doit les faire tenir ensemble. Cependant quelque soin que l'on se donne, il n'arrive pas toujours que ces expériences ayent le même succès, c'est pourquoi il est à propos de confirmer cette doctrine par d'autres Observations.

§. 659. La soudure, faite d'un peu de plomb & d'etaim, attire le cuivre plus foiblement, & fait tenir deux plaques ensemble avec moins de force qu'une soudure plus legére composée de cuivre jaune & d'etaim: Cette soudure ne laisse pourtant pas de faire avoir à deux piéces de cuivre une plus forte adhérence que celle qui feroit produite par la résine, le suif de chandelle, & la poix; mais elle a besoin d'une plus grande chaleur, avant que de pouvoir être fonduë. Une soudure plus pesante, composée d'une grande quantité d'argent & d'un peu de cuivre, ne donne pas à deux piéces de cuivre une adhérence si forte, qu'une soudure plus legére faite d'une grande quantité de cuivre & d'un peu d'argent; mais cette derniere ne peut être fonduë, que par le moyen d'un feu plus ardent, comme le sçavent fort bien tous ceux qui se mêlent de souffler.

§. 660. On met quelquefois entre deux Corps solides un enduit à demi liquide, qui fait que ces Corps tiennent ensemble dans la suite avec beaucoup de force, & qu'ils semblent ne former qu'un seul Corps solide. Cela se remarque, lorsqu'on détrempe de la chaux avec du sable & de l'eau, ou que l'on mêle de la chaux avec du ciment & de l'eau, & qu'on met ensuite une couche de mortier à demi liquide entre deux pierres, comme font tous les jours nos massons quand ils bâtissent quelque muraille. On demande ici, & avec raison, pourquoi ce mortier se durcit. Toute sorte de sable n'est pas également bon: le plus blanc, dans lequel il n'y a que peu ou point du tout de vitriol, ne vaut rien, mais on doit prendre du sable qui ait quelque couleur, dans lequel il se trouve beaucoup de vitriol; il y a par conséquent beaucoup de sel acide dans ce sable: il se trouve dans la chaux un sel alcali, comme cela a été fort bien démontré par plusieurs Chymistes, & depuis peu par Monsieur du Fay, quoique d'autres n'ayent pas manqué de le révoquer en doute. Lorsqu'on détrempe le sable & la chaux avec l'eau, ces deux différentes sortes de sels se fondent quelque temps après, & forment par leur mélange un sel neutre; mais venant en même-temps à se séparer des parties terrestres tant du sable que de la chaux, ces parties ne restent plus liées entr'elles, & elles se trouvent par consequent réduites en une matiere beaucoup plus fine. Il arrive de-là, que ces parties, qui étoient auparavant plus grossieres, & qui ayant de longues pointes se trouvoient fort éloignées les unes des autres, se rapprochent mutuellement après être devenuës plus menuës, elles se touchent en de plus grandes surfaces & en un plus grand nombre d'endroits. Une autre chose qui arrive encore dans cette occasion, c'est que les pores, qui sont ouverts, se remplissent

d'eau

d'eau & de Sel. Dès-que ce contact se fait en plusieurs endroits, & que l'eau & le sel, qui étoient en trop grande quantité, pénétrent dans la pierre & se dissipent par dehors, le mortier, qui se trouve entre les deux pierres & qui rempit leurs pores proche de la surface, commence à se lier fortement avec elles, & à ne former bien-tôt après que comme un seul & même Corps. Le mortier sera d'autant meilleur, & les pierres tiendront les unes aux autres avec d'autant plus de force, que la dissolution de cet acide vitriolique se fera mieux dans le sable par le moyen de l'eau & de l'alcali de la chaux : c'est pour cette raison que les plus habiles Architectes font détremper la chaux pendant plusieurs jours, avant que de l'employer pour bâtir. Il y a beaucoup plus de vitriol dans la pierre de ciment que dans le sable, & c'est pour cela que cette pierre détrempée avec celle de chaux bien brulée, & avec l'eau, fait que les pierres tiennent les unes aux autres avec beaucoup plus de force ; mais, pour rendre ce mortier meilleur, & la dissolution des deux sels parfaite, on fait le mortier quatre ou cinq semaines, & même d'avantage, avant que de s'en servir. La terre sabloneuse contient aussi beaucoup de vitriol, c'est pourquoi si on la mêle avec la cendre, qui renferme un sel alcali, ou avec de la chaux, elle fournira un assez bon mortier pour bâtir, & sur-tout lorsqu'il s'agira de faire des fours. On doit déja sçavoir par les expériences que j'ai rapportées dans le chapitre précédent, qu'il se trouve du fer dans le sable, dans le ciment, & dans la terre sabloneuse ; de sorte qu'on ne doit pas croire que je parle ici par supposition, lorsque j'avance qu'il y a un acide vitriolique dans le sable, le ciment, & la terre sabloneuse, ce que je pourrois d'ailleurs confirmer par un plus grand nombre d'expériences. Il y a bien des choses, qui étant détrempées avec l'eau & mises entre des pierres, se durcissent avec elles. C'est ce qui arrive à l'égard du plâtre, mais il ne se durcit & ne se convertit en pierre, qu'après avoir été broyé & ensuite brûlé, ou plutot après qu'on en aura un peu fait sortir l'humidité & l'air qu'il contient : cependant comme il s'échauffe, & qu'il se gonfle considérablement, par une espéce de fermentation, ses parties se brisent & deviennet plus menuës ; d'où il arrive qu'étant remplies d'eau, & se touchant en un plus grand nombre d'endroits, elles se réünissent de nouveau & forment une pierre mollasse. Le plâtre devient plus dur, lorsqu'on l'incorpore avec la pierre de chaux, qui s'insinuë dans toutes les parties, les remplit, & fait qu'elles se touchent en plus d'endroits. Le plâtre ne se durcit pas si on l'empêche de fermenter, & si ses parties ne deviennent plus menuës qu'auparavant. C'est pour cette raison, que le plâtre, qui a été brûlé depuis quelques années, & que l'on n'a pas bien tenu renfermé dans un tonneau, mais que l'on a exposé à l'air & à son humidité, ne pourra se durcir, quoiqu'on le détrempe ensuite avec de l'eau : si au contraire, on a soin de le garder dans une bouteille de verre, ou dans un pot vernissé & bien fermé, il ne se durcira pas moins que du plâtre tout nouveau. Lorsqu'on met entre deux bois une couche de colle

fonduë

fonduë, qui remplit leurs pores, il arrive qu'un plus grand nombre de parties se touchent, ce qui fait qu'elles tiennent les unes aux autres avec plus de force. Quand les parties de la colle s'attirent réciproquement avec trop de force, & qu'elles sont moins poreuses que le bois, les deux piéces de bois collées l'une sur l'autre, seront plus fortes dans leur assemblage, que dans un autre endroit, ce qui sera cause que ces deux piéces se rompront plus facilement dans leur propre substance que dans l'endroit où elles sont collées, ce que nos Charpentiers & nos Menuisiers ne manquent pas d'observer tous les jours : mais si ces piéces de bois sont plus pesantes & plus solides que la colle, elles se rompront plus aisément dans l'endroit où elles sont jointes, que par-tout ailleurs, ce qui est confirmé par ce que nous remarquons à l'égard du gayac, du bois d'ébene, ou de celui de bresil, lorsqu'on les colle.

§. 661. Il arrive aussi quelquefois, que deux liquides sont composés de parties qui s'attirent mutuellement avec beaucoup de force, de sorte qu'ils se changent en un Corps solide après leur mélange. C'est ainsi que l'huile de tartre par défaillance, incorporée avec l'huile de vitriol, se convertit en un Corps solide, auquel on donne le nom de tartre vitriolé. L'esprit urineux & l'esprit de vin rectifié se convertissent en glace, ou en un Corps dur comme de la corne. Un blanc d'œuf, battu & mêlé avec de l'esprit de sel bien fort, se durcit. L'huile d'olive, incorporée avec l'eau forte, se coagule & devient un Corps friable. La présure fait cailler le lait, qui se change en fromage fort dur.

§, 662. Le froid durcit certains Corps, dont les parties étoient auparavant mollasses ; le feu produit aussi le même effet sur d'autres Corps.

§. 663. Le froid réduit en masses solides, tous les métaux, les demi-métaux, les résines terrestres & végétables, de même que le verre, après que ces Corps ont été fondus par la chaleur : en effet, le feu en privant d'abord leurs parties de cette adhérence mutuelle, qui les unissoit les unes aux autres, leur avoit communiqué un mouvement interne fort violent ; mais dès-que le feu vient à se dissiper & à quitter ces mêmes parties, elles se rapprochent par la vertu attractive qui leur est naturelle, ensuite elles se touchent réciproquement, elles perdent tout leur mouvement, enfin elles s'attirent avec beaucoup de violence & s'unissent avec force.

§. 664. L'acier rougi au feu, & plongé ensuite subitement dans l'eau froide, devient aussi fort dur.

§. 665. Le feu durcit encore d'autres Corps, parmi lesquels on peut compter la terre glaise mollasse, que le feu rend aussi dure qu'une pierre, tant à cause que l'eau s'évapore, que parce que le feu subtilise en même-temps toutes les parties terrestres, & qu'il fait fondre le sels, lesquels pénétrent ensuite & s'insinuent dans ses parties, ce qui fait qu'elles s'attirent mutuellement avec force, parce qu'elles se touchent en plusieurs points de leurs surfaces, & doivent former par consequent un Corps fort solide. Le feu poussé jusqu'à un degré qui fasse bouillir l'eau, durcit le

blanc d'œuf : Il produit auſſi le même effet ſur le frommage, la craye; & ſur divers morceaux de pierres.

§. 666. Nous joignons enſemble les Corps, ſéparés les uns des autres, en les clouant ; & plus les clous qu'on employe ſont forts, & ont leurs ſurfaces rudes, plus auſſi ces Corps tiennent fortement les uns aux autres. Je crois qu'on peut rapporter ici la glace, qui ſe forme par le moyen de certaines petites pointes ou clous, qui tombent de l'air dans l'eau, & qui joignent ſes parties enſemble. Le ſucre, dont on ſe ſert pour confire les fruits, les durcit de la même maniere. La chair ſe durcit auſſi dans la ſaumure, ce qui vient des parties ſalines qui la pénétrent.

§. 667. Tels ſont les moyens que la Nature & l'Art employent pour joindre les Corps qui n'ont aucune liaiſon entr'eux, ou pour les rendre plus durs. Peut-être peuvent-ils encore ſe durcir & s'unir les uns aux autres de pluſieurs autres manieres, dont nous n'avons juſqu'à préſent aucune connoiſſance, mais que le temps & nos Deſcendans, plus habiles que nous, pourront découvrir dans la ſuite, en faiſant attention à tout ce qui ſe paſſe dans la Nature.

§. 668. Nous appellons *adhérence abſoluë* cette force, par laquelle un Corps fait réſiſtance, pour n'etre pas rompu, lorſqu'il eſt tiré ſuivant ſa longueur.

§. 669. Si deux Corps oblongs de figure réguliere, de même nature, & par-tout également gros, ont la même longueur, mais une groſſeur ou épaiſſeur différente, leur adhérence abſoluë ſera en raiſon de leur groſſeur.

On peut en effet concevoir, qu'un Corps d'une certaine épaiſſeur eſt compoſé de quelques autres Corps plus minces & joints enſemble, dont chacun a l'épaiſſeur du Corps le plus mince ; par conſequent chacun d'entre'eux ſera auſſi épais que le Corps le plus délié ; c'eſt pourquoi l'adhérence abſoluë du Corps les plus épais doit être comme la ſomme de ſes parties : celle-ci ſera donc à l'adhérence du Corps le plus mince, comme la ſomme des parties du plus épais eſt à *un*, ou comme l'épaiſſeur du Corps le plus épais eſt à celle du plus mince.

Cette ſimple propoſition eſt d'une grande utilité, car à l'aide d'un petit nombre d'expériences faites ſur toute ſorte de Corps, on pourra connoître leur adhérence abſoluë, de quelqu'épaiſſeur qu'ils puiſſent être. Dès-que l'on ſçait une fois, qu'un fil de lin, de la groſſeur d'un crin de cheval, peut ſoûtenir $3\frac{1}{2}$ ℔, ſans ſe rompre, il ſuit, qu'une corde compoſée de 7000 fils ſemblables, & par conſequent 7000 fois plus groſſe, pourra ſoutenir $7000 \times 3\frac{1}{2}$ ℔ ou 24500 ℔. Il n'eſt donc plus queſtion à préſent que de faire connoître quelque expérience qui concerne toute ſorte de Corps. En voici une. Si l'on peut ſuſpendre 1000 ℔ à une piéce de bois de tilleul, faite en maniere de poutre, qui auroit de chaque côté l'épaiſſeur de 0, 27 pouces rhénans, on demande quelle ſera alors la force d'une poutre quarrée, dont les côtés ont un pied d'épaiſſeur ? Pour ſatisfaire

tisfaire à cette demande, voici, suivant la régle de trois, quelle maniere les nombres doivent être posés.

$$\overline{\frac{27}{100}}^{q} \; 1000\,℔ :: \overline{12}^{q} \; 1975445\tfrac{695}{729}\,℔.$$

§. 670. J'ai commencé pour cet effet par éxaminer certains Corps, dont j'ai déja décrit la force dans un autre Ouvrage. Je me contenterai de faire ici mention de quelques-uns, & sur-tout des bois qui sont le plus en usage dans ce Pays, quoique j'en ajoûte aussi quelques autres, que j'ai éxaminés depuis peu à la sollicitation de Monsieur A. Edens, dont l'amour pour l'Histoire naturelle, & la connoissance qu'il en a sont tout-à-fait dignes de louange. Les piéces de bois, qui furent employées, étoient des poutres quarrées oblongues, dont chaque côté étoit de $\frac{27}{100}$ d'un pouce : elles ne purent être rompuës que par les poids suivans, qui y furent suspendus.

Le Tilleul	1000 ℔.	Le Sapin qui produit de la Résine	550 ℔.
L'Aune	1000 ℔.	Le Carmacari	950 ℔.
Le Sapin	600 ℔.	Le Bira Tininere, ou bois madré	1500 ℔.
Le Chêne	1150 ℔.	Le bois de Vinaigre	1635 ℔.
L'Orme	950 ℔.		
Le Hètre	1250 ℔.		
Le Frêne	1250 ℔.		

§. 671. Ayant pris aussi des fils de métal, dont le diamétre étoit de $\frac{1}{10}$ d'un pouce rhénan, il furent cassés par les poids suivans, que l'on y suspendit.

Le Cuivre rouge	$299\frac{1}{4}$ ℔.	L'Argent	370 ℔.
Le Cuivre jaune	360 ℔.	L'Etaim.	$49\frac{1}{4}$ ℔.
L'Or	500 ℔.	Le Plomb	$29\frac{1}{4}$ ℔.
Le Fer	450 ℔.		

§. 672. J'appelle *Adhérence relative* cette force, avec laquelle un Corps résiste à une autre force, qui agit perpendiculairement sur la longueur des fibres, dont le Corps est composé.

Soit la Planche A E F H G K D, paralléle à l'horison, & dont le fil s'étende de A vers D : le poids P, suspendu au point S, agit perpendiculairement sur l'horison & par consequent aussi perpendiculairement sur le fil ou sur le cours des fibres, faisant effort par sa pesanteur pour rompre cette planche en travers : la force, avec laquelle la planche résiste au poids qui la rompt, n'est autre chose que l'adhérence des parties, que je nomme adhérence relative, pour la distinguer de l'adhérence absoluë, qui agissoit suivant le fil ou la longueur des fibres. Pl. XI. Fig. 9.

§. 673. Soient deux parallélépipedes F E A C, F E A D G H, posés de niveau, qui soient de même substance, & qui ayent la même épaisseur Pl. IX. Fig. 9.

 A E,

E F, mais dont la longueur soit différente, comme A C, A D. Que leurs extrémités F E A soient emboités dans une muraille, & que l'on place aux autres extrémités C & D les puissances qui doivent rompre ces Corps, en agissant perpendiculairement sur A C & A D; alors la puissance qui doit être en C, sera à celle qui est en D, comme A D, est à A C.

Lorsque ces deux parallélépipedes se rompront, cela arrivera proche de leur extrémité E A F, les parties supérieures E F se rompront les premieres, ensuite les parties contiguës, & enfin celles en A; il se fait par consequent dans cette rupture comme une rotation du Corps sur A, que l'on peut alors concevoir comme le centre de mouvement: c'est pourquoi on pourra concevoir E A C, & E A D comme deux leviers courbes, aux bras desquels E A sont placées en E les forces résistantes, mais aux bras A C & A D les forces motrices en C & D, ou S. En posant pour ces forces des poids qui produiroient le même effet, alors suivant le §. 289, le poids en C devra être à E : : A E, A C, le poids en E au poids en D : : A D, A E; par consequent le poids en C sera à celui qui est en D : : A D, A C.

Pl. IX. Fig. 10. §. 674. Soient deux parallélépipedes ou poutres M E A C D, & F E A C K, enchassées de niveau dans un mur, qui ayent la même longueur A C, la même hauteur E A, mais une longueur différente E M, E F, & qui soient l'une & l'autre de même substance; alors la force motrice P, qui est suspenduë à C D, sera à la force motrice R, suspenduë à C K, comme la largeur E M est à la largeur E F.

En effet, supposons que le parallélépipede M C soit divisé en quelques parties égales M S a a, a a b b, b b d d, d E O d, par des Sections paralléles à A E O C; que le Corps F E A C K soit divisé de la même maniere en sections égales & semblables aux précédentes; alors tous ces segmens auront la même force d'adhérence: par consequent l'adhérence du Corps M E A C D O S sera comme le nombre de ses segmens, l'adhérence du Corps F E A C K sera aussi comme le nombre de ses segmens. Or le nombre de ces segmens en M E A C D O S est au nombre des segmens en F E A C K, comme la largeur E M est à la largeur E F; par consequent les forces des adhérences seront comme E M est à E F, c'est pourquoi les puissances motrices P & R doivent être comme ces largeurs E M & E F.

Pl. IX. Fig. 11. §. 675. Si l'on suppose deux parallélépipedes, ou poutres B A C G, & E A C H, enclavées de niveau dans un mur de quelque matiere roide, de même largeur E D, & de même longueur A C, mais de diverses hauteurs B A, E A; alors les puissances P & R, suspenduës aux autres extrémités C L, & qui doivent rompre ces Corps, seront comme les quarrés de leurs hauteurs A B, A E.

Comme ces Corps sont rompus dans le trou proche de A B, & A E par les puissances P & R, la rupture se fait autour de A, comme autour du centre de mouvement; par consequent B A C, E A C, tiennent ici

lieu

lieu de deux leviers courbes : c'eſt pourquoi ſelon la nature du levier, la réſiſtance en B contre la puiſſance P qui agit en C, eſt à la réſiſtance en E, contre la puiſſance R qui agit en C, comme B A eſt à E A : cette même raiſon de réſiſtance a toujours lieu dans tous les points entre E & A ; mais la quantité des parties qui doivent être rompuës en A B, eſt à celle de A E, comme A B eſt à A E : leur réſiſtance eſt comme la quantité, c'eſt pourquoi toute la réſiſtance des parties de A B ſera à celle de A E, comme $\overline{AB}^q$ eſt à $\overline{AE}^q$.

On peut connoître ſans peine à l'aide de ces trois propoſitions, quelle eſt la force de tous les Corps qui ſont par tout de même épaiſſeur, pourvu que l'on ait fait auparavant quelques expériences ſur toutes les eſpeces de Corps : nous venons d'en expoſer quelques-unes : ceux qui en voudront ſçavoir davantage pourront lire ce que nous avons déja écrit ſur l'adhérence des Corps dans un autre Ouvrage, où cette matiere eſt traitée plus au long.

§. 676. Pour faire ces expériences, j'ai pris des parallélépipedes, bien droits, dont chaque côté étoit de 0, 27 d'un pouce rhénan : on ficha un des bouts de ces bois dans un trou quarré d'une plaque de métal, dans lequel il s'enchaſſoit fort éxactement : on ſuſpendit à l'autre bout par le moyen d'une petite corde un poids, juſqu'à ce que le bois ſe rompit dans le trou : ce poids ſuſpendu fit courber le bois, avant que de le rompre, ce qui l'empêcha par conſequent de reſter à la même diſtance du centre de mouvement ; circonſtance à laquelle je fis bien attention, en me ſervant pour cet effet d'une petite planche quarrée diviſée en pouces quarrés.

Diſtance du poids au trou avant que d'être ſuſpendu.	Diſtance où le poids étoit du trou en rompant le bois.	Le poids ſuſpendu à l'extrémité du bois qu'il rompt.
Pouces.	Pouces.	Onces.
Sapin qui produit de la		
Réſine — — 10 — —	— — 9 — —	— — 40
Chêne — — 10 — —	— — 8, 5 —	— — 48
Orme — — 11 — —	— — 9 — —	— — 44
Sapin — — 11 — —	— — 9, 5 —	— — 36 ½.
Aune — — 10 — —	— — 9, 25 —	— — 48
Hêtre — — 10 — —	— — 7 — —	— — 56 ½.

§. 677. Faiſons voir par quelques exemples l'utilité de ces expériences.

Suppoſons donc une poutre de bois de chêne, qui ait un pied de largeur & autant de hauteur, enclavée de niveau dans une muraille ; dont elle déborde de 10 pieds ; on demande, quelle devra être la peſanteur du poids ſuſpendu à l'extrémité de cette poutre, pour qu'il puiſſe la rompre.

Premierement. Si cette poutre a en largeur & en hauteur 0, 27 d'un pouce rhénan, comme dans l'expérience précédente où le petit bois a été rompu par 48 onces à une diſtance de $8\frac{1}{2}$ pouces du trou ; alors un poids, de $3\frac{1}{2}$ onces, ſuſpendu à la diſtance de 10 pieds pourra le rompre, ſuivant le §. 673.

2°. Mais ſuivant le §. 674. la force de la réſiſtance de cette poutre eſt à la réſiſtance du petit bois, qui a été rompu dans l'expérience précédente, ſi ils ont l'un & l'autre la même hauteur, mais une largeur différente, comme la largeur de la poutre de 12 pouces eſt à la largeur du petit bois, qui eſt de 0, 27, d'un pouce, c'eſt-à-dire, comme $44\frac{12}{27}$ eſt à 1 ; c'eſt pourquoi il faut multiplier le poids précédent de $3\frac{1}{2}$ onces par $44\frac{12}{27}$, il produit $151\frac{1}{9}$ onces, ce qui eſt le poids, qui étant ſuſpendu à cette poutre longue de 10 pieds, haute de 0, 27 d'un pouce, la peut rompre.

3°. Notre poutre eſt auſſi de la hauteur d'un pied, ſuivant le §. 675 ; par conſequent la force du petit bois dans l'expérience précédente ſera à la force de cette poutre, comme le quarré de la hauteur du petit bois eſt au quarré de la hauteur de la poutre, c'eſt-à-dire, comme 0, $\overline{27}^{q}$, eſt à $\overline{12}^{q}$, ce qui eſt comme 1 à $1975\frac{225}{729}$. Si l'on poſe ſeulement 1975, on devra multiplier ce nombre par 151, (en négligeant la fraction), & on aura par conſequent 298225 onces, ou 18639 ℔, qui, étant ſuſpenduës à l'extrémité de cette poutre, pourront la rompre.

§. 678. Ces propoſitions nous apprennent auſſi, que lorſqu'on a des poutres, dont les côtés ſont de différentes largeurs, on doit, pour les faire tenir plus fortement dans la muraille, les mettre de champ. En effet, ſuppoſons une poutre, dont les côtés ſoient de 9 & 12 pouces : lorſque je la poſe dans la muraille, en ſorte qu'elle repoſe perpendiculairement ſur le côté de 12 pouces, ſa force ſera comme $9 \times 12 \times 12$. Mais ſi je poſois perpendiculairement le côté de 9 pouces, la force de la même poutre ſeroit ſeulement comme $12 \times 9 \times 9$, ce qui eſt moins que le nombre précédent.

§. 679. On pourra encore ſupputer de la même maniere, à l'aide de ces mêmes propoſitions §. 673, 674, 675, & de quelques expériences faites auparavant, quelle ſera la force d'une poutre de quelque bois que ce ſoit, qui repoſeroit librement ſur deux murs, & ſur laquelle on mettroit quelque poids. On pourra ſçavoir encore, quelle eſt la force d'une poutre, enclavée par ſes deux extrémités dans deux murs & renfermée tout à l'entour, ſur laquelle on poſeroit la puiſſance dans le milieu. Comme ceci eſt fort utile pour la conſtruction des Maiſons &

des

des Magaſins, je propoſerai ici quelques expériences par leſquelles on pourra connoître, quelles ſont les forces des bois, enclavés de chaque côté dans des trous, & qui viennent à être rompus au milieu par des poids qui y ſont ſuſpendus.

La diſtance des trous, dans leſquels tous ces bois ſe trouvoient enclavés, étoit de la longueur de 18 pouces rhénans.

Bois de Sapin haut de 0, 40 pouces,	large de 0, 44,	rompu par 49½ ℔.
Bois d'Orme haut de 0, 35	large de 0, 35,	rompu par 34 ℔.
Bois de Frêne haut de 0, 33	large de 0, 33,	rompu par 57 ℔.
Bois de Chêne haut de 0, 35	large de 0, 35,	rompu par 57 ℔.

§. 680. On poſe auſſi les poutres & les piliers perpendiculairement, & on les charge de poids; il eſt donc bon de ſçavoir quelle eſt la force des appuis & des poutres poſées perpendiculairement, & juſqu'à quel point on peut les charger, avant qu'elles ſe rompent. Voici deux régles que j'ai appriſes par un grand nombre d'expériences.

§. 681. Premierement. La force d'un ſeul & même bois, poſé perpendiculairement, qui a la même épaiſſeur, mais une longueur différente, & qui ſe trouve comprimé par un fardeau dont il eſt chargé par en-haut, eſt en raiſon inverſe des quarrés des longueurs. De cette maniere la force d'un appui long de 10 pieds, eſt à la force d'un autre appui de même épaiſſeur, mais qui n'a que 5 pieds de long, comme 1 à 4.

§. 682. En ſecond lieu. Les bois qui ont la même hauteur, mais dont l'épaiſſeur eſt différente, ſe trouvant chargés de peſans fardeaux, ſe courbent par leurs côtés les plus minces: les forces de ces ſortes de bois ſont les unes aux autres, comme l'épaiſſeur des côtés qui ne ſe plient pas, & comme le quarré de l'épaiſſeur des côtés qui ſe courbent.

§. 683. Je joindrai à ces deux régles quelques expériences, dont on pourra tirer beaucoup de lumiere pour ce qui regarde la conſtruction des Bâtimens. J'ai pris pour cet effet des bois & des pierres, qui m'ont paru être de la meilleure ſorte: les bois étoient faits de piéces refendues, de ſorte que tous leurs côtés ſe trouvoient de droit fil. Si l'on ſe ſert de plus mauvais bois, on trouvera qu'il ne pourra pas être ſi chargé que ceux dont je parle dans mes expériences, mais il n'eſt pas poſſible de déterminer cela au juſte, parce que la force du bois différe ſuivant le terrein & l'air où il a cru, & ſuivant le temps auquel il a été coupé.

Un parallélépipede de bois de chêne, long de 18 pouces, dont chaque côté étoit de l'épaiſſeur de 0, 23 pouces, ſupporta 23 ℔.

Un autre de bois de chêne, de la longueur de 12 pouces, dont les deux côtés étoient de 0, 35 pouces, fut rompu au milieu par 185 ℔, après avoir été plié en-dedans.

Une

Une troisiéme piéce de bois de chêne, mais d'une ſtructure moins ferme longue de 13 pouces, & de l'épaiſſeur de $\frac{1}{3}$ d'un pouce de chaque côté, fut rompuë par 119 ℔; ce qui fait voir quelle différence il y a dans la force de diverſes piéces de bois qui ſont de même eſpece.

Une piéce de bois de frêne, de la longueur de 18 pouces, dont les côtés étoient de 0, 25, & de 0, 24, fut rompuë par 15 ℔.

Une piéce de bois de ſapin, de la longueur de 12 pouces, & dont les côtés étoient de 0, 25, & de 0, 42 fut rompuë par 79 ℔.

J'ajouterai ici quelques expériences faites avec d'autres bois, dont chacun étoit de la longueur de 13 pouces rhénans, & dont l'épaiſſeur étoit de chaque côté de $\frac{1}{3}$ d'un pouce: ces piéces de bois furent rompuës par les poids ſuivant.

Le Saule 95, ou 100.	Le Peuplier 75.
L'Aune 70.	Le Bois de Vinaigre 150.
Le Sapin rougeâtre 152.	Le Pommier 88.
Le Cedre 95.	Le Bois Mahogoni 102.
Le Noyer 95, ou 100.	Le Cajate 111.
Le Bois d'Ebene 135.	Le Bois de Sacredan 161.
Le Bois d'Olivier 80.	Le Bois de Bréſil 180.

§. 684. Faiſons voir maintenant par un exemple l'utilité de ces régles & de ces expériences. Je ſuppoſe que l'on prenne une poutre de bois de chêne, de 30 pieds de longs, dont la largeur & la hauteur ſoient de 12 pouces; on demande, quelle charge pourra ſupporter une telle poutre, poſée perpendiculairement?

Que l'on prenne pour fondement les expériences faites avec le bois de chêne, long de 12 pouces, dont les côtés ſont de 0, 35 pouces, & qui ont été rompus par 185 ℔. Si donc la poutre en queſtion, longue de 30 pieds, a la même épaiſſeur que le bois a eu dans l'expérience, alors ſuivant la premiere régle, la réſiſtance contre le poids ſera en raiſon inverſe des quarrés des longueurs: les longueurs ſont ici 30 à 1, leurs quarrés ſont comme 900 à 1; de ſorte que 900, 1 : : 185 livres à $\frac{185}{900} = \frac{37}{180}$ ℔. Cette poutre qui a 30 pieds de long, & dont l'épaiſſeur eſt ſeulement de 0, 35 pouces, ne ſçauroit par conſequent ſupporter que $\frac{37}{180}$ ℔.

Voyons maintenant quelle eſt l'épaiſſeur de la piéce de bois dans l'expérience & celle de la poutre, en tant qu'elles ont l'une & l'autre des côtés qui ne ſe courbent pas, & dont la force eſt comme l'épaiſſeur: ces épaiſſeurs ſont de 0, 35 pouces, & 12 pouces qui ſont entr'eux comme 35 à 1200, ou comme 7 à 240: maintenant ſi l'on poſe ces nombres en proportion, 7, 240 : : $\frac{37}{180}$ ℔. $7\frac{1}{21}$ ℔; par conſequent 7 ℔ $\frac{1}{21}$ ſont le poids, dont on pourroit charger une planche qui auroit 30 pieds de haut, & dont les côtés ſeroient de 0, 35 pouces, & 12 pouces.

Enfin

Enfin comparons ensemble les côtés qui se plient, & dont la résistance est comme le quarré de l'épaisseur : les épaisseurs sont entr'elles comme 7 à 240, les quarrés sont 49 & 57600 : que l'on pose encore ces nombres en proportion, 49, 57600 : : $7\frac{1}{21}$ ℔ à $8284\frac{564}{1029}$; c'est pourquoi cette longue poutre de bois de chêne ne pourroit être chargée que de 8284 ℔.

§. 685. On est dans ce préjugé, qu'une piéce de bois posée sur l'une de ses extrémités ne devroit pas se rompre, on voit cependant ici combien elle est foible. Si un Corps qui repose sur l'une de ses extrémités, ne se courboit pas par en-haut, lorsqu'on vient à le charger, il pourroit supporter toute sorte de fardeaux : mais l'expérience nous apprend, que le poids le comprime un peu, & qu'il commence ensuite à se courber & à se plier dans le milieu, cette infléxion augmentant toujours à proportion que le fardeau dont il est chargé devient plus pesant, jusqu'à ce qu'enfin ce Corps se rompe dans le milieu. Nous avons vu tout-à-l'heure combien une poutre de chêne, longue de 30 pieds, & de l'épaisseur de 12 pouces, pourroit supporter ; mais si cette poutre étoit de la moitié plus courte, elle pourroit supporter un fardeau quatre fois plus pesant, c'est-à-dire, 33136 ℔ ; & si elle avoit 7 pieds $\frac{1}{2}$ de long, on pourroit encore la charger quatre fois davantage, c'est-à-dire, de 132544 ℔. On bâtit souvent sur le coin des ruës des maisons, lesquelles ont deux portes qui donnent sur le coin, de sorte que tout le poids de la façade repose sur le jambage ou poteau de ce coin : lors donc qu'on se sert de bois de chêne pour faire ce jambage, & qu'on lui donne l'épaisseur précédente d'un pied quarré, & la hauteur de 7 pieds $\frac{1}{2}$, on voit, qu'il peut supporter sans aucun danger le poids de la façade qui repose sur lui ; mais si ce jambage étoit fait de bois de sapin, on ne pourroit le charger que de 92452 ℔, & si il étoit de bois de frêne, il ne supporteroit que 72000 ℔, ce qui est d'autant plus surprenant, que le bois de frêne est beaucoup plus dur que celui de sapin, & qu'on peut aussi y suspendre un poids beaucoup plus pesant avant que d'être rompu ; il faut que cela vienne de ce que le fil du bois de frêne est moins droit que celui du bois de sapin, ou de ce que ses parties s'enfoncent les unes dans les autres d'une maniere plus irréguliere, ce qui est cause qu'il se plie plutôt, & qu'il ne peut par consequent supporter qu'une moindre charge. Il paroît encore par-là, que les croisées de fenêtre à l'antique ont quatre fois plus de force pour supporter le poids dont elles sont chargées, que celles qui sont faites à la moderne, ces dernieres n'étant jointes que par une seule traverse : mais si on ôte encore cette traverse, les croisées à l'antique seront 16 fois plus fortes ; c'est pourquoi notre maniere de bâtir avec des croisées à l'angloise, laquelle est aujourd'hui en usage, n'est pas d'une grande force.

Comme on ne bâtit pas seulement avec le bois, mais aussi avec la pierre, j'ai cru qu'il ne seroit pas inutile de rechercher, combien de

poids peuvent supporter des colomnes de pierre, & combien on peut charger un mur d'une épaisseur & d'une hauteur données, & qui seroit fait de briques, sur tout avant qu'il ne se jette en devant & se renverse. J'ai pris pour cet effet une colomne quarrée, faite de terre glaise, & aussi dure que la brique rouge durcie par le feu. Cette colomne qui avoit 11 pouces $\frac{1}{2}$ de long, & dont chaque côté étoit de $\frac{5}{12}$ d'un pouce, fut rompuë par 195 ℔.

Une pierre de brême, longue de 12 pouces $\frac{10}{12}$, & dont chaque côté étoit de $\frac{5}{12}$ d'un pouce, fut rompuë par 150 ℔.

Un marbre blanc un peu veiné, long de 13 pouces $\frac{1}{4}$, épais d'un côté de $\frac{4}{12}$ d'un pouce, & qui avoit de l'autre côté l'épaisseur de $\frac{5}{12}$ d'un pouce, fut rompu par 250 ℔.

On pourra facilement connoître par ces expériences suivant les régles précédentes, quelle est la force des murs, qui ont une épaisseur & une hauteur données, & par consequent quelle charge on peut mettre sur un grenier, dont les poutres sont enclavées dans des murs d'une épaisseur & d'une hauteur données. Que l'on prenne un pan de mur, fait de demi-pierres posées les unes sur les autres, ayant l'épaisseur de 3 pouces, la largeur de 7 pouces & la hauteur de 10 pieds, quelle charge pourra supporter ce pan de mur ou ce pilier de pierres, en supposant qu'il soit bâti de briques rouges durcies par le feu ? Si ce pilier étoit de la même épaisseur que celle qu'avoit la colomne dans l'expérience précédente, & qu'il fût de la hauteur de 10 pieds, il n'auroit pas la force de pouvoir supporter deux livres, parce que les forces sont en raison inverse des quarrés des hauteurs : mais si l'on compte qu'une pierre est de la longueur de 7 pouces, c'est-à-dire, 17 fois plus large que n'est la colomne dans l'expérience, alors ce même mur qui a l'épaisseur de $\frac{5}{12}$ pouces & la largeur de 7 pouces, pourra supporter 30 ℔ ; mais la pierre est de l'épaisseur de 3 pouces, qui est le côté courbé par le poids dont il est chargé ; ce côté est donc à celui de la colomne rompuë, comme 36 à 5, dont les quarrés sont comme 1296 à 25 : c'est pourquoi le mur précédent, qui est de la hauteur de 10 pieds, ne pourra être chargé que de 1555 ℔ ; mais si il étoit de l'épaisseur d'une pierre entiere, il pourroit supporter un fardeau quatre fois plus pesant. Par consequent un mur, qui sera de l'épaisseur d'une demie pierre, & qui aura 10 pieds de haut, pourra être chargé de 1555 ℔, autant de fois qu'il sera de la longueur des pierres entieres ou de 7 pouces. Il est certain, que si il étoit fait de pierres plus dures, il pourroit supporter une charge encore plus pesante, avant que d'être renversé. Si l'on compare la force d'un pilier de pierre avec celle d'un pilier de bois de chêne, qui soit aussi de la hauteur de 10 pieds, & dont les côtés ayent 3 pouces & 7 pouces, on trouvera, que le bois de chêne pourra supporter beaucoup davantage, & même presque 2800 ℔. On éleve dans les Eglises plusieurs colomnes, qui soûtiennent tout le Bâtiment. Si l'on prenoit une colomne de marbre blanc, de la

hauteur

hauteur de 40 pieds, & dont le diamétre feroit de 4 pieds, elle pourroit fupporter à-peu-près le poids de 105011085 ℔.

Lorfqu'on bâtit des maifons, les Charpentiers mettent fouvent au-deffous des greniers & des façades quelques appuis ou étançons, qu'ils pofent alors non perpendiculairement, mais un peu de biais. C'eft une chofe certaine, qu'un appui pofé obliquement ne fçauroit fupporter une auffi pefante charge que celui à qui l'on donneroit une fituation perpendiculaire. Il n'eft pas difficile de fupputer, combien un appui peut moins fupporter, lorfqu'il eft pofé de biais, fi l'on conçoit que cet appui oblique eft l'hypotenufe d'un triangle rectangle, dont l'autre côté eft la perpendiculaire & le troifiéme côté la ligne de la perpendiculaire jufqu'à l'hypotenufe ou la bafe : on peut donc comparer la force, qui feroit dans l'appui pofé perpendiculairement, avec celle de l'hypotenufe ; car on réfout cette force en deux autres, dont l'une eft la perpendiculaire, & la feconde la bafe, ou la ligne de la perpendiculaire jufqu'à l'hypotenufe ; autant que la perpendiculaire eft plus petite que l'hypotenufe, autant moindre fera alors la force de l'appui oblique ; de forte que la force d'un appui pofé perpendiculairement fera à celle de l'appui oblique, comme eft l'hypotenufe de ce triangle rectangle à fa perpendiculaire ; & comme dans les petites obliquités l'hypotenufe ne différe pas beaucoup de la ligne perpendiculaire, les forces des appuis qui ne font qu'un peu obliques ne feront pas non plus fort différentes de celles des appuis perpendiculaires. C'eft ce que l'expérience m'a confirmé, lorfque je me fuis fervi pour cet effet d'appuis de bois de fapin rougeâtre & de bois de chêne, le premier étant fait d'un feul & même chevron refendu, de même que celui de chêne : chacun d'eux étoit de la longueur de 13 pouces $\frac{1}{2}$ rhén : & avoit de chaque côté $\frac{4}{11}$ d'un pouce.

	Perpendiculairement	Obliq. 1 pouce	$1\frac{1}{2}$ pouce	2 pouces	3 pouces.
Bois de Sapin rougeâtre	130	—— 150 —	-- 130 --	— 125	— 125.
Bois de Chêne	119	—— 115 —	-- 115 --	— 100	— 95.

Je crois que les expériences que j'ai faites fur la forces des Corps, peuvent être utiles dans l'Architecture : on peut comparer les expériences qui fe trouvent au §. 667. avec celles du §. 683, & on verra alors que l'on peut fouvent fufpendre à des planches de bois ou à des poutres, de bien plus pefans fardeaux, que fi on vouloit les faire foûtenir par ces poutres. En effet, fi on a pu fufpendre 1150 ℔ à une petite piéce de bois de chêne quarrée, dont les côtés étoient de 0, 27 d'un pouce, on pourroit fufpendre 189163 ℔ à une planche qui auroit 10 pieds de longueur, *un* pied de largeur & *un* pouce d'épaiffeur ; au-lieu, qu'en fuppofant cette planche dans une fituation perpendiculaire, on ne pourroit la charger que d'un poids de 518 ℔. C'eft pourquoi dans plufieurs

cas, où l'on a coutume d'étayer, & où l'on pourroit ſuſpendre le poids, il vaut beaucoup mieux le ſuſpendre que de l'étayer, la différence des forces étant alors fort grande.

Ces legers principes de l'adhérence des Corps ſuffiſent pour cet Ouvrage, ceux qui veulent approfondir davantage cette matiere, peuvent conſulter ce que nous en avons dit dans un Traité fait exprès.

CHAPITRE XX.

Des Fluides en général.

§. 686. ON donne le nom d'*Hydroſtatique* à cette Science, qui éxamine & qui expoſe les proprietés communes, les actions & les paſſions des fluides. Comme l'eau eſt un des fluides les plus communs, & que la plûpart des expériences ſe font avec de l'eau, ce que nous traiterons ici ne regarde pas ſeulement l'eau, mais tous les fluides, de quelque nature qu'ils puiſſent être; ainſi il ſeroit plus à propos de donner à cette Science le nom de *Statique des Fluides*.

§. 687. Nous appellons *Fluides* un aſſemblage de corpuſcules, dont chacun, pris & éxaminé ſéparément, eſt ſi petit, qu'il eſt inſenſible à nos ſens extérieurs, & qu'à cauſe de cette petiteſſe, il ſe ſépare des autres, & céde à une ſi legére impreſſion qu'elle ne peut ſe faire ſentir: lorſqu'un de ces corpuſcules ſe ſépare de cette maniere, il ſe meut aiſément, & roule ſans aucune peine par-deſſus les autres Corps.

Nous ne donnons cette définition qu'après une mûre délibération; c'eſt pourquoi nous voulons l'éxaminer un peu plus à fond, afin que chacun puiſſe ſe former une idée bien claire de la nature d'un fluide.

J'ai donné le nom de fluide à un aſſemblage de très-petits Corps, mais ce n'eſt pas ſeulement cela; car comme tous les grands Corps ne ſont autre choſe qu'un aſſemblage de petites parties, on devroit auſſi leur donner le nom de fluides. Mais il y a plus que tout cela, & voici ce qu'il faut encore conſiderer. Les parties doivent ſe ſéparer les unes des autres, & céder à une impreſſion ſi petite qu'elle ſoit inſenſible à nos ſens; c'eſt ce que fait l'eau, l'huile, le vin, l'air & le mercure, lorſqu'on y enfonce une aiguille, & qu'on la promene à travers ces fluides. Or on ne ſçauroit faire la même choſe avec les autres Corps, que l'on appelle Corps ſolides, leurs parties font une réſiſtance ſenſible contre tout ce qu'on veut faire mouvoir au-travers d'eux.

La réſiſtance des parties dans les fluides doit donc être inſenſible à notre égard; c'eſt-à-dire, lorſque nous ſéparons doucement quelques parties, nous ne devons ſentir aucune réſiſtance, de ſorte que cela dépend de nos ſens; c'eſt pourquoi ſi nous avions le tact un million de fois plus fin qu'il n'eſt pour découvrir cette réſiſtance, il n'y a point de doute

que

que nous ne duſſions la ſentir dans pluſieurs cas où nous ne pouvons à préſent la remarquer, & par conſequent nous ne pourrions plus prendre pour liquides, un grand nombre d'entre ceux que nous regardons aujourd'hui comme tels : tous les fluides viſqueux, ou la cire, les métaux & le miel, qui viennent d'être fondus, paſſeroient auſſi pour des Corps ſolides.

De-plus, pour qu'un Corps ſoit fluide, il faut que chaque parcelle ſoit ſi menuë, qu'elle échappe à nos ſens ; car tant qu'on peut toucher, ſentir, ou voir les parties d'un Corps ſéparément, on ne peut pas regarder ce Corps comme fluide : la farine, par exemple, eſt compoſée de petites parties déliées, qui peuvent être aiſément ſéparées les unes des autres par une impreſſion qui n'eſt pas du tout ſenſible : cependant tout homme, qui aura une boëte remplie de farine, ne dira jamais, qu'il a une boëte pleine de liquide, parce qu'auſſi-tôt qu'il y enfonce le doigt, & qu'il commence à frotter la farine entre deux doigts, il ſent dans l'inſtant les parties dont elle eſt compoſée ; mais dès que cette farine devient infiniment plus fine, comme cela arrive à l'égard du chile dans nos inteſtins, elle ſe change alors en fluide. Nous diſons que le ſang eſt liquide, mais ſi nos yeux étoient des Microſcopes, tels que ſont aujourd'hui les plus fortes loupes, qui nous font appercevoir les globules du ſang de la groſſeur de ces lettres, & même encore beaucoup plus gros, nous ne dirions pas alors que le ſang eſt liquide ; de même qu'en voyant le ſang à l'aide d'une ſemblable loupe, ſans ſçavoir ce que l'on apperçoit, perſonne ne dira jamais, qu'il voit un liquide, mais un tas de gros globules ronds comme autant de gros grains. Il eſt donc néceſſaire, pour qu'un Corps ſoit fluide, qu'il ſoit compoſé de petites parties, que nous ne puiſſions ni ſentir au toucher, ni appercevoir à l'aide des yeux ſeuls.

Il faut enfin, que les petites parties ſe ſéparent non ſeulement fort facilement les unes des autres, mais auſſi qu'elles ſoient muës entr'elles par la moindre puiſſance, dont l'action ſoit égale, ou un peu ſupérieure à celle de leur propre peſanteur.

Les parties, dont la farine eſt compoſée, ne font pas cela : enfoncez-y le doigt, & vous verrez qu'en le retirant, il y reſte un creux à l'endroit où le doigt s'eſt enfoncé ; par conſequent les parties, qui forment la ſurface interne de ce creux, ne ſont pas muës par une force égale à leur peſanteur, puiſqu'elles devroient ſe jetter d'abord de côté, & remplir cette cavité. Cela ſe remarque au-contraire dans tous les fluides ; retirez votre doigt de l'eau après l'y avoir plongé, vous ne verrez pas qu'il reſte aucune trace à l'endroit où le doigt a été plongé, la cavité ſe referme & ſe remplit ſur le champ, les parties de l'eau étant ſi mobiles, que leur propre peſanteur les fait rouler dans cette cavité, qui ſe remplit dans l'inſtant.

Nous voyons par conſequent, que tout ce que je viens de rapporter, doit néceſſairement être exprimé dans la définition des fluides.

§. 688. Les Philosophes ont coutume de mettre de la différence entre ce qui est *Fluide*, *Humide* & *Liquide*. Ils donnent le nom de *Liquide*, en Latin *Liquidum*, à ce qui est effectivement fluide, mais qui reçoit à l'air une surface de niveau : au-lieu que les fluides ne reçoivent pas toujours cette surface, comme cela se remarque à l'égard de la flamme & de la fumée.

Nous appellons *Humide*, ce qui est fluide, & qui excite outre celà en nous une certaine sensation d'humidité, comme quand on plonge la main dans l'eau ou dans le vin ; au-lieu que l'air pur ne produit pas en nous cette sensation, non-plus que le feu, ni le mercure, ni les métaux, lorsqu'ils sont liquides. Cette distinction ne paroît pas être d'une grande utilité, car elle ne nous apprend aucune des proprietés des fluides.

§. 689. Il paroît clairement par la définition que nous avons donnée des fluides, qu'un seul corpuscule ne peut pas former un fluide, mais qu'il doit y en avoir plusieurs ensemble, & rassemblés les uns avec les autres ; car comment y auroit-il moyen de sçavoir à l'aide d'un seul de ces corpuscules, qu'il peut rouler & se mouvoir facilement sur & à travers les autres ? Il suit encore de-là, que le dernier des élémens d'un fluide ne peut pas être lui-même un Corps fluide.

§. 690. Chaque corpuscule qui forme avec plusieurs autres une masse fluide, est solide ou dur : ou bien il est composé des plus petites parties, qui tiennent si fortement les unes des autres, qu'elles ne peuvent être séparées par la même impression, qui a eu assez de force pour déplacer ce corpuscule entier. En effet, si il en étoit autrement, les parties de tous les fluides pourroient être séparées les unes des autres par le moindre mouvement, & ne manqueroient pas de se réduire à leurs premieres parcelles ou élémens, qu'il ne seroit plus alors possible d'appercevoir à cause de leur trop grande subtilité. L'expérience nous apprend tout le contraire, puisque nous découvrons par le moyen des Microscopes la grandeur des parties dans beaucoup de fluides ; nous remarquons même une forte adhérence dans les élémens dont ces parties sont composées, puisqu'elles ne se réduisent pas d'abord à leurs premiers principes, quoiqu'on les meuve rapidement ou qu'on les comprime avec force.

§. 691. Les fluides étant donc composés de parties solides, il doit s'ensuivre qu'une de ces parties, quelque petite qu'elle puisse être, aura toutes les forces, les actions & les passions, dont tous les grands Corps sont doués. On peut par consequent appliquer à chaque partie des fluides tout ce que nous avons dit dans les Chapitres précédens touchant la pesanteur, le mouvement, les forces motrices, la percussion & la résistance.

§. 692. Pour qu'un Corps soit fluide, il n'est pas néceſſaire que les parties, dont il est composé, soient les derniers élémens ou les corpuscules les plus déliés & les plus minces ; il suffit pour cela que ces parties se trouvent composées de corpuscules de divers ordres, dont j'ai parlé

au

au §. 42. pourvu ſeulement que chacun de ces corpuſcules reſte ſi petit, qu'il échappe à nos ſens, & qu'on ne puiſſe ni le voir, ni le ſentir : car un tas de parties viſibles ne ſera jamais regardé comme un fluide, quand même il poſſéderoit toutes les autres proprietés des fluides. Plus les parties, dont le fluide eſt compoſé, ſont faites d'un ordre élevé, plus le fluide ſera groſſier & épais : plus ces parties approcheront davantage des élémens ou des corpuſcules les plus fins, plus auſſi le fluide ſera ſubtil & fin. L'expérience nous apprend, que cela ſe rencontre effectivement de cette maniere dans la nature, puiſque l'on trouve des fluides, qui ſont compoſés de parties dont le volume eſt différent, comme cela ſe voit dans le chile, le lait, le ſang, le petit-lait, la ſéroſité du ſang, l'eau pure, les huiles & les eſprits diſtilés.

§. 693. Si donc il y a des fluides, dont les parties ſoient fort groſſieres, & d'un ordre élevé, elles pourront devenir plus fines, pourvu que chaque partie ſe réduiſe aux parties dont elle eſt compoſée, que celles-ci ſe réſolvent de nouveau en d'autres corpuſcules d'un plus bas ordre, & que ces corpuſcules ſe changent encore en des parcelles d'un ordre inférieur, juſqu'à ce que ces parcelles ſe trouvent enfin réduites à leurs élémens.

L'expérience fait voir, que tout cela ſe fait de cette maniere, & que les fluides groſſiers ſe réſolvent en fluides fort fins. Le blanc d'œuf n'eſt-il pas un fluide viſqueux, qui devient continuellement plus fin par l'incubation, de ſorte qu'il devient enfin beaucoup plus ſubtil & plus volatil que l'eau. Le ſang eſt preſque la plus groſſiere de toutes les humeurs du Corps animal, qui nous ſoit connuë ; il devient ſans ceſſe plus ſubtil en circulant dans les vaiſſeaux de notre Corps, & il ſe change en ſéroſité, qui devient eau par le frottement & la circulation continuelle ; enfin après bien des détours, qu'il eſt obligé de faire dans les vaiſſeaux, il ſe change en eſprits animaux. La plûpart des huiles ſont des fluides viſqueux & épais ; mais ſi on les diſtile ſouvent avec l'eau dans des verres bien nets, elles dépoſent leur lie épaiſſe, & ſe changent en un eſprit, qui n'eſt pas moins fin que l'alkool, le plus rectifié. Le fameux Monſieur Homberg a remarqué, qu'en rectifiant ſix fois ſur de la chaux deſſéchée une livre d'huile diſtilée, prenant chaque fois de la nouvelle chaux pour chaque diſtilation, il recevoit quinze onces d'eau, & ne retiroit qu'une once d'huile. Lorſqu'on diſtile de la cire, on retire d'abord un peu d'eau acide, mais on reçoit enſuite une huile épaiſſe, qui paroît comme du beurre. Si on diſtile encore ce beurre, il ſe change entierement en une huile fine & liquide, qui étant diſtilée pour la troiſiéme fois devient beaucoup plus fine & plus claire ; & même plus on la diſtile, plus elle devient toujours fine & liquide.

Le vin bourru eſt une liqueur épaiſſe, qui, venant à fermenter, ſe change en un vin moins épais que le moût : ce vin produit enſuite par l'action du feu & la diſtilation une autre liqueur plus ſubtile, comme eſt le brandevin, qui, étant ſouvent diſtilé, donne chaque fois une li-

queur qui ſe rectifie de-plus-en-plus, & ſe convertit enfin en un eſprit extrêmement fin, auquel on donne le nom d'Alkool : cet eſprit diſtilé avec l'huile de vitriol, ſuivant les régles que preſcrit la Chymie, & précipité enſuite avec la leſſive de ſel de tartre, devient encore beaucoup plus fin & ſe change en eſprit de vin éthéré.

§. 694. De même que les parties des fluides peuvent ſe diſſoudre & ſe ſéparer les unes des autres, celles des Corps ſolides peuvent auſſi ſe ſéparer mutuellement, & par conſequent les Corps ſolides pourront être changés en maſſes fluides, lorſque leurs parties ſe ſeront ſéparées ; & qu'elles auront été réduites à ce point de ſubtilité qui eſt néceſſaire pour former un fluide ; & lorſqu'enfin elle deviennent en même temps polies & arrondies, afin qu'elles puiſſent facilement rouler & gliſſer les unes ſur les autres. Cela ſe voit dans tous les ſels, comme dans le ſel marin, le ſel gemme, celui de fontaine, le nitre & le vitriol : car chacun de ces ſels bien deſſéché, & incorporé avec un tiers de brique ſéche réduite en poudre, & diſtilé enſuite à l'aide d'un feu bien ardent, ſe convertit en une liqueur ſubtile, acide & corroſive.

Monſieur Langelot ayant fait piler de l'or dans un mortier de porfire pendant ſix mois, trouva après ce terme, que l'or s'étoit changé en eau. Monſieur Homberg nous aſſûre, que tous les métaux broyés pendant long-temps avec l'eau, ſe diſſolvoient enfin dans ce liquide. L'étaim, diſtilé avec le mercure ſublimé, ſe convertit en un eſprit ſubtil, humide & fumant.

Le ſoufre, le ſel ammoniac, & la chaux vive, incorporés enſemble en égale peſanteur, & enſuite diſtilés, ſe convertiſſent en un eſprit rouge, ſubtil & fumant. Quelques-uns prennent trois parties de chaux, deux parties de ſel ammoniac, & une partie de ſoufre : cet eſprit eſt ſi pénétrant, qu'il s'inſinuë dans l'argent, & le noircit.

Toutes les parties des animaux ſe réduiſent en une ſorte de liquide, lorſqu'elles viennent à ſe corrompre & à ſe pourrir.

Les alimens les plus durs dont ſe nourriſſent les animaux, ſe diſſolvent dans leur eſtomac, après avoir été bien mâchés, & ſe changent en un chile qui ſe convertit enſuite en lait, en ſang, en ſéroſité, en lymphe. La glace redevient eau par le moyen de la chaleur. Toutes les plantes & les bois, quelque ſolides & durs qu'ils puiſſent être, renfermés dans des matras, ſe réſolvent à l'aide du feu en fluides, tels que ſont les eſprits, les eaux, les vinaigres, les huiles, ne laiſſant que très-peu de ſel & de terre ; de ſorte que preſque tout ce qui formoit auparavant ces Corps ſolides ſe trouve converti en liquides.

§. 695. Puiſque tous les grands Corps ſolides ſont formés des plus petites parties entaſſées les unes ſur les autres, on ne doit pas être ſurpris, que les fluides puiſſent ſe changer de nouveau en Corps ſolides, lorſque leurs parties viennent à ſe joindre fortement les unes aux autres. C'eſt ainſi que l'eau ſe change en glace. Monſieur Boyle a dit, après Vignere le Chymiſte, que l'eau diſtilée cent fois dans la retorte ſe changeoit

geoit en une terre ferme. Monſieur Plot a obſervé, que l'eau de Stafford ſe change par la coction en ſable, après avoir été filtrée à travers un linge plié en quatre doubles. Pluſieurs huiles deviennent terre par de fréquentes diſtilations. L'alkool de vin, mêlé avec l'eſprit urineux le plus fin, ſe coagule ſur le champ, & devient un Corps dur comme la corne, auquel on donne en latin le nom de *Offa Helmontiana*. La décoction de la tête-morte de la chaux vive & du ſel ammoniac, mêlée avec la leſſive de ſel de tartre, devient dans peu de temps un Corps ſolide. Les cailloux réduits en poudre, & mis en fuſion dans un creuſet avec de la potaſſe & du nitre, ſe changent en une poudre, qui peut ſe diſſoudre dans l'eau, mais qui devient à la longue une pierre fort dure. Ces trois liquides, l'huile d'olive, celle de vitriol & l'alkool, réduites par la diſtilation en eſprit de vin éthéré, ſe changent pour la plus grande partie en un Corps dur, ſolide & peſant qu'il eſt impoſſible de diſſoudre, quoiqu'on le mette en digeſtion dans l'eau pendant pluſieurs mois de ſuite. L'eſprit de nitre, verſé ſur la leſſive de nitre, devient un ſel fixe régénéré. L'eau s'inſinue dans les ſemences & les racines des plantes, elle ſe prépare dans leurs vaiſſeaux, & forme enſuite toutes les parties ſolides dont ces plantes ſont compoſées. Le chile qui provient des alimens ſolides, eſt un liquide préparé dans l'eſtomac & les inteſtins des animaux, qui ſe change de nouveau par la force & l'action du Corps, en os, en chair, en membranes, & forme enfin toutes les autres parties ſolides des animaux. Les feuilles des plantes dont les chenilles ſe nourriſſent, ſe changent en chile & en une liqueur qui eſt miſe en réſerve dans d'autres ſortes de vaiſſeaux : mais auſſi-tôt que la chenille fait ſortir cette liqueur d'un petit trou de la lévre inférieure de ſon bec, elle ſe fige, & devient un Corps ſolide & fort, qui n'eſt autre choſe que la ſoye que filent les chenilles & particulierement les vers-à-ſoye. C'eſt avec une liqueur de cette nature que les araignées font leurs fils, qui deviennent ſolides & ſecs auſſi-tôt qu'ils ſortent du corps de ces inſectes, comme cela paroît par leurs toiles, dans leſquelles ils enveloppent l'ennemi qu'ils y ſurprennent. Nous ne connoiſſons dans la nature aucun liquide, qui ſe fige & devienne un Corps ſolide en auſſi peu de temps, que les fils des chenilles & des araignées. Le mercure commun renfermé dans une bouteille de verre, & ſecoué pendant ſix mois de ſuite, ſe change pour la plus grande partie en une poudre noire, qui étant enſuite diſtilée dans la retorte, redevient mercure fluide comme il étoit auparavant. Le mercure diſtilé quelques centaines de fois dans des verres bien nets, ſe change en une poudre rouge, luiſante & amére, ayant un goût de métal : cette même poudre rougie fortement au feu, ne redevient qu'en partie mercure fluide, tandis que le reſte demeure un Corps ſolide. Le célébre Chymiſte Monſieur Boerhaave a fait cette découverte, non ſans beaucoup de peine & de travail.

§. *696*. Cependant, ſoit qu'un Corps ſolide devienne une maſſe fluide, ou qu'un fluide ſe change en un Corps ſolide, ou qu'un liquide

épais devienne plus delié, il restera toujours le même poids & la même pesanteur. Ainsi, chaque corpuscule conservera toujours sa même pesanteur, malgré tous ces changemens, car le poids de toutes les parties ensemble fait la somme du poids du Corps entier. C'est pourquoi ces Philosophes raisonnent contre toute analogie, qui établissent que les fluides d'une grosseur déterminée sont pesans, mais que dès qu'ils sont réduits à une plus grande subtilité, telle qu'est celle qu'on attribue à l'air subtil, ils perdent alors leur pesanteur.

§. 697. Les parties des fluides étant fort minces, il n'est pas difficile de voir pourquoi ils pénétrent fort aisément dans les autres Corps, en s'insinuant dans leurs pores. C'est pour cela que l'air passe à travers tous les bois qui ont les pores larges; car le volume des petites parties de l'air étant infiniment plus petit que le diamétre de ces pores, elles peuvent s'y introduire sans aucune peine. Tout cela peut nous faire comprendre, pourquoi le mercure monte également haut & avec la même vîtesse dans le tube du Barométre, soit qu'on mette ce tube en-bas dans un vaisseau ouvert, ou qu'on le mette dans une boëte de bois qui soit fermée. L'eau s'insinue dans la plûpart des Corps, qu'elle humecte & qu'elle fait gonfler, du moins elle s'introduit dans toutes les plantes & dans les parties des animaux.

L'huile pénétre aussi dans le bois, & dans plusieurs sortes de pierres. Le mercure s'insinue dans la plûpart des métaux & dans le Corps des animaux.

§. 698. Il est vraisemblable, que les parties des fluides ont une figure sphérique, ou qui approche de cette figure. 1°. Parce que les Corps qui ont une semblable figure, roulent & glissent les uns sur les autres avec une grande facilité, comme nous le remarquons dans les parties des liquides.

2°. Parce que toutes les parties des fluides grossiers, que l'on peut voir à l'aide du Microscope, ont une figure sphérique, comme on peut le remarquer dans le lait, dans le sang, dans sa sérosité, dans les huiles & le mercure. L'air paroît toujours sous une forme ronde. Lorsqu'on reçoit la fumée de charbon sur la surface d'un verre plat, elle ne représente autre chose que certains petits globules. Monsieur Derham ayant éxaminé dans une chambre obscure, sous quelle forme paroissoient les vapeurs, trouva à l'aide du Microscope, que ce n'étoit autre chose que de petits globules sphériques, qui auroient pu former de petites goutes. Si donc on trouve, que les parties de tous les liquides grossiers sont formées de globules, ne peut-on pas conclure par analogie, que la même figure doit aussi avoir lieu dans les parties des liquides les plus subtils? Je ne vois pas que l'on soit absolument obligé de tirer cette conséquence, mais je ne sçaurois raisonner autrement, jusqu'à ce qu'on ait aussi découvert, qu'il se trouve certains liquides, dont les parties ont une figure toute différente.

La lumiere qui se refléchit, & qui fait que l'angle d'incidence est

égal

égal à l'angle de refléxion, démontre aussi clairement, que ses parties doivent être des globules, car autrement ce phénoméne ne pourroit pas avoir lieu. C'est pour cela que Descartes, Wolf, & d'autres Philosophes, n'ont pas fait difficulté d'établir, que les parties de la lumiere ont une figure sphérique. On ne doit pas croire ici, que toutes les parties d'un liquide où il y a du mélange, doivent nécessairement être d'une figure spérique, afin que ce liquide puisse rester fluide, cela n'est pas du tout nécessaire, & ne se trouve pas non plus dans la nature : car si l'on jette du sel dans l'eau, & qu'on l'y fasse fondre, les parties de ce sel fondu conserveront leur figure, & si on les considere à l'aide du Microscope, elle paroîtront comme autant de petites fléches pointuës & oblongues, ou comme de petits soliveaux, ou enfin comme d'autres petits Corps semblables. Ces parties salines nagent dans l'eau, & lorsqu'elles sont séparées les unes des autres, elles ne laissent pas de former avec l'eau un liquide, mais qui est alors moins fluide, que n'est l'eau toute seule & bien pure ; c'est pourquoi plus il y a de sel fondu dans l'eau, plus sa fluidité diminue, comme cela se voit dans la saumure. L'eau forte ou l'esprit de nitre, n'est pas seulement composée de parties sphériques, mais il s'y trouve aussi de l'eau & un esprit ou sel acide, qui est mélé avec l'eau : l'eau prise en elle-même ne différe pas de l'eau commune ; & est formée de parties sphériques ; mais le sel acide est composé de petits soliveaux longs, & qui finissent en pointes. Ainsi, ce que je viens d'avancer ici touchant la figure sphérique des parties, dont les liquides sont composés, ne doit être entendu que des liquides bien purs, & non des autres parties qui pourroient y être mêlées.

§. 699. Lorsqu'on compare ensemble les liquides, on trouve qu'ils ne sont pas tous également fluides : car l'esprit de vin éthéré est plus fluide que l'alkool, & l'alkool est plus fluide que le brandevin, celui-ci l'est plus que l'eau qui a plus de fluidité que le mercure, les huiles ou les sirops. De tous les liquides que nous connoissons, il n'y en a aucun qui nous paroisse avoir autant de fluidité que la lumiere & le feu. La différence qui se remarque dans la fluidité de certains liquides paroît dépendre des causes suivantes. 1°. Plus les parties du liquide sont déliées, plus le liquide doit être fluide & mobile, puisque les parties subtiles pourront se séparer les unes des autres beaucoup plus facilement que les plus grossieres : c'est pour cela que l'alkool est plus fluide que l'huile dont il provient. 2°. Plus les parties du liquide sont legéres, moins elles pourront se mouvoir avec force ; c'est pourquoi l'air est plus fluide que l'eau, & l'eau est plus fluide que le mercure. 3°. Plus leur surface est lisse, plus elles pourront rouler facilement les unes sur les autres ; au-lieu que les Corps qui ont des surfaces rudes, s'embarrassent mutuellement. 4°. Plus les parties s'attirent foiblement, plus elles ont de facilité à se séparer & à rouler les unes sur les autres, ce qui fait que l'eau est plus fluide que l'huile ou le mercure. 5°. La figure sphérique des parties, ou celle qui en approche davantage, contribue aussi beau-

coup à leur fluidité ; car ces sortes de Corps se meuvent & roulent entr'eux bien plus facilement que les autres, à cause de l'égale distance où les parties extérieures se trouvent du centre de pesanteur. 6°. Plus les parties sont dures, moins elles s'enfonceront les unes dans les autres, moins aussi elles changeront de figure, par la pression des autres parties qui les environnent, & leur surface restera par consequent beaucoup plus ronde & plus lisse. 7°. Ou bien, selon qu'il y a dans les liquides mélangés plus ou moins de Corps étrangers, qui empêchent le mouvement des parties fluides, soit par leur figure ou par les proprietés qu'ils possedent. Il y a peut-être encore d'autres causes, qui augmentent la fluidité, & dans ce cas on pourra les joindre à celles que nous venons d'exposer.

§. 700. Au contraire, un fluide sera d'autant plus visqueux qu'il sera composé de parties plus grossieres, plus pesantes, plus rudes, de figure moins sphérique ou irréguliere, & que ces mêmes parties seront plus mollasses, & s'attireront d'avantage, ou qu'elles se trouveront incorporées avec un plus grand nombre de Corps étrangers, qui attirent les parties du liquide en même-temps qu'elles s'attirent les unes les autres, ou dont la figure empêche encore davantage le mouvement ?

§. 701. Les liquides auront entr'eux divers degrés de fluidité & de visquosité, à proportion de la différence qui se rencontre dans ce que j'ai dit au §. 699 : Or cette différence peut être infinie, & par consequent ces divers degrés de fluidité differeront considérablement entr'eux.

§. 702. Après avoir exposé en peu de mots ce qui concerne les liquides en général, on peut demander, s'il est de leur essence, que les parties soient dans un mouvement continuel, lequel venant à cesser, donneroit lieu au fluide de se changer sur le champ en un Corps solide?

Tel est à cet égard le sentiment du grand Descartes & de ses Sectateurs ; mais l'expérience & la raison nous font voir le peu de fondement de cette opinion, quoiqu'il se rencontre divers Corps qui ne sont fluides que lorsque leurs parties se séparent les unes des autres par l'action du feu, & qu'on les met dans un mouvement violent, comme cela se voit dans les métaux, la cire, le suif, & autres Corps, que l'on fait fondre sur le feu. Les parties de ces Corps s'attirent réciproquement avec beaucoup de force, ce qui est cause qu'elles ne peuvent être séparées les unes des autres que par le moyen du feu, qui doit se placer entr'elles, & les empêcher par consequent de se figer & de se changer en un Corps solide ; & comme le feu communique à tous les Corps un mouvement violent, il meut aussi ces parties, qui ne laisseroient pourtant pas d'être fluides sans ce mouvement, & par la seule interposition d'une grande quantité de parties de feu, dans lesquelles elles sont comme flotantes. Mais tout cela n'a pas lieu dans les autres liquides, comme cela paroitra par les preuves que nous allons en donner.

1°. Si on comprime avec une grande violence un fluide dans une Sphére concave bien forte, comme cela se fait dans l'expérience où l'on montre la solidité des parties de l'eau, alors toutes les parties du fluide

seront

feront preffées fi fortement les unes contre les autres, qu'elles ne pourront fe mouvoir, que par le moyen d'une force fupérieure, qui furmonte le frottement & la preffion de ces parties, fuppofé néanmoins que cela foit poffible, & qui les mette enfuite en mouvement. Je demande donc fi il eft poffible, que dans ce cas les parties de ce fluide fe meuvent d'un mouvement interne, comme elles faifoient auparavant? Cela n'eft pas du tout vraifemblable. On ne doit pas dire, que le fluide eft alors un Corps folide, car l'eau comprimée dans cette fphére, ne ceffe d'être une eau fluide, dont les goutes paffent à travers les pores du métal.

2°. Comme les parties de tous les fluides s'attirent mutuellement, ainfi que cela fe remarque dans les goutes d'eau, il faut néceffairement qu'elles reftent en repos, dès-que l'attraction de toutes les parties vers le centre eft égale: elles ne peuvent donc alors fe mouvoir, à moins qu'il ne furvienne quelque caufe extérieure, qui foit plus forte que la vertu attractive, & qui fépare les parties les unes des autres.

3°. Confidérons un peu les parties d'un fluide bien pur, raffemblé dans un endroit ou tout foit en repos, & voyons en même-temps fi elles feront en mouvement. Expofez au microfcope pendant la nuit, lorfque tout eft en repos, & dans un endroit fort tranquile, une petite goute de lait, ou de fang paffé, qui eft un liquide; examinez fi fes parties font en mouvement ou en repos, faifant enforte de ne rien remuer avec la main ou avec le Corps: on voit alors les parties groffieres en repos. Comment donc peut-on établir, que la nature des liquides demande qu'ils foient néceffairement en repos?

4°. Que l'on mêle avec l'eau de la fange fort déliée, du fable, ou quelque autre matiere fort mince, tout cela nagera dans l'eau auffi long-temps qu'elle fera en mouvement; mais pofez le vaiffeau dans quelque endroit fort tranquile, & vous verrez bien-tôt après, que la fange & le fable s'affaiffent, que la fange déliée qui n'eft qu'un peu plus pefante que l'eau, ne tombe au fond qu'avec peine, mais qu'étant fort legére elle refte fufpenduë au fond de l'eau qui furnage: ces corpufcules legers font comme en équilibre avec les parties de l'eau: Or fi ces parties étoient en mouvement, il faudroit néceffairement que celles de la fange fuffent auffi agitées; cependant celles-ci, quelque foin que l'on prenne à les examiner de fort près, reftent fufpenduës & entiérement en repos: les parties de l'eau dont elles font environnées doivent donc être auffi fans aucun mouvement.

§. 703. Les Philofophes, qui font confifter la nature de la fluidité dans le mouvement interne des parties, alleguent en leur faveur la folution qui fe fait des divers Corps jettés dans les liquides, laquelle ne peut arriver fans mouvement; ce qui les porte à conclure, que ce même mouvement a du être auffi auparavant dans le liquide. Nous ne fommes pas du tout de leur fentiment fur cet article, quoique nous voulions bien avouer, que la folution ne peut fe faire fans mouvement: mais nous difons, que ce mouvement n'étoit pas auparavant dans le liquide, & qu'il n'eft produit, que

lorſque le Corps qui peut ſe diſſoudre eſt jetté dans ce liquide ; car il ſe fait alors une eſpéce d'effervefcence, cauſée par la vertu attractive des parties fluides, & par celles du Corps qui ſe fond. En effet, ce qui prouve qu'il ſe fait alors un tel mouvement interne, c'eſt que lorſqu'on met quelque métal, comme du fer, dans l'eau forte, il arrive alors une effervefcence avec détonation, accompagnée d'écume, de fumée & de chaleur, & qui dure pendant tous le temps de la fonte des parties du métal. Il y auroit de l'abſurdité à à ſoûtenir, que ce mouvement ſe trouvoit auparavant dans les parties de l'eau forte. On ne peut donc pas conclure de-là, que le mouvement des parties eſt de l'eſſence de la fluidité.

§. 704. Si un fluide eſt compoſé de parcelles, qui ſoient toutes du même ordre, ſuivant le §. 44, & de même groſſeur, il formera une maſſe liquide, toute pure & entierement homogéne. Mais ſi il eſt compoſé de parties de divers ordres, il formera un Corps impur & hétérogéne : par conſequent, plus il entrera de parties du même ordre dans la compoſition de ce fluide, plus auſſi il ſera homogéne. Nous ne ſçavons pas, ſi il y a quelques Corps homogénes, & dont toutes les parties ſe reſſemblent : peut-être que rien n'en approche davantage que l'eau pure, l'air pur, le mercure purifié, & un rayon de lumiere ſéparé en ſes couleurs. Les parties des Corps ſolides, tant les groſſes que les petites, peuvent être mêlées avec les parties des fluides, ce qui fait qu'il peut y avoir une différence infinie entre les fluides, & elle ſe trouve en effet dans la nature. Il y a autant de différentes ſortes d'eaux, qui ont toutes leurs proprietés particulieres, leur gout & leur odeur, qu'il ſe trouve de diverſes ſortes de plantes. Les ſels peuvent ſe diſſoudre dans l'eau, de même que leurs parties acides, qui compoſent les eſprits acides & corroſifs ; d'où il arrive encore que les parties des métaux, des pierres & des terres ſe diſſolvent, qu'elles ſe confondent avec l'eau & qu'elles y nagent, ce qui produit par conſequent des fluides, qui ont tous une peſanteur ſpécifique, & qui différent les uns des autres en viſquoſité, en dureté, en molleſſe, &c.

CHAPITRE XXI.

De l'Action des Fluides, qui vient de leur peſanteur.

Pl. IX. Fig. 12. §. 705. SI quelques parties d'un fluide ſont poſées perpendiculairement les unes ſur les autres, comme A, B, C, D, E, elles agiront les unes ſur les autres par leur peſanteur, puiſqu'elles ſont toutes peſantes : La partie ſupérieure A ſera ſoutenuë par la ſeconde B, ces deux premieres ſeront ſoûtenuës par C, & de cette maniere la partie inférieure devra ſoûtenir toutes les autres qui ſont au-deſſus d'elle, de ſorte que la derniere de toutes E ſoûtiendra toutes celles dont elle eſt chargée D, C, B, A.

Mais

Mais comme il n'y a point d'action sans réaction, la partie B, qui est poussée en-bas par A, poussera à son tour la partie A en-haut; de sorte que la partie inférieure E, qui est comprimée par toutes celles qui sont au-dessus d'elle A, B, C, D, repoussera en-haut avec la même force toutes les parties D, C, B, A.

§. 706. Si donc le vase RXZS contient une colonne de ces sortes de parties d'un fluide, posées les unes sur les autres, le fond XZ sera poussé en-bas au point d'attouchement Z par la pesanteur de toutes les parties supérieures A, B, C, D; E. Lors donc que ce fond soûtiendra ce poids, dont il est comprimé, il le repoussera avec autant de force, qu'il est poussé lui-même en-bas par la pesanteur des parties. Pl. IX. Fig. 12.

§. 707. Si quelques colomnes de cette nature, comme FG, HK, AE, posées perpendiculairement, & égales aux précédentes, sont contiguës, l'action des parties de ce liquide sera, quant à leur pression & leur réaction, tout de même que je l'ai dit au §. 705: Par conséquent, plus un Corps est enfoncé dans un liquide, plus il sera comprimé par les parties qui reposent sur lui, de la même maniere que les parties, qui se trouvent à la même hauteur de ce Corps, sont comprimées par celles qui sont au-dessus. On peut prouver cela par l'expérience suivante. On prend un tube de verre BK, ouvert de chaque côté, auquel on attache par en-bas proche de K, une petite vessie A remplie de mercure; CDEF est un haut verre plein d'eau; Si on y enfonce le tube avec la vessie qui contient le mercure; on verra le mercure, que l'eau comprime, monter de la petite vessie dans le tube, où il s'élevera continuellement d'autant plus haut, que le tube est plongé plus profondément dans l'eau. Lorsque les plongeurs & ceux qui pêchent les perles plongent dans l'eau jusqu'à une profondeur médiocre, leur Corps n'est pas fort comprimé, & ils remontent en-haut sains & saufs; mais lorsqu'ils sont obligés de plonger dans la Mer jusqu'à une profondeur considérable, leur Corps se trouve comprimé de tous côtés d'une maniere si terrible, qu'on leur voit le sang sortir des petits vaisseaux du nez, de la bouche, des levres, & des oreilles. Pl. IX. Fig. 14.

§. 708. Puisque les parties d'un liquide poussent autant en-bas, qu'elles sont elles-mêmes poussées en-haut par celles qui sont au-dessous d'elles & qui les soûtiennent, elles seront toutes en équilibre; c'est pourquoi les parties, qui se trouvent au milieu du liquide, pourront être portées en-haut & en-bas, ou de côté par la moindre impression qu'elles recevront, & qui agira vers un côté, comme si elles n'étoient point du tout comprimées. Cela se démontre par l'expérience suivante. Que l'on prenne une fiole ouverte, & qu'on la suspende avec un fil à une balance dans un vase plein d'eau, en sorte qu'elle soit sous la surface de l'eau: Qu'on la mette en équilibre, & on pourra ensuite la faire monter, en jettant un poids fort leger dans le bassin qui est à l'opposite, ou bien on pourra la faire descendre, en ôtant quelque poids du bassin; ce qui ne pourroit arriver par le moyen d'un poids si leger, si les parties de l'eau n'étoient

pas

pas toutes en équilibre. Cependant il n'eſt pas probable, que l'eau de l'Ocean ſoit auſſi mobile proche du fond que vers la ſurface, parce que l'eau d'en-bas doit ſupporter la preſſion de toutes les parties ſupérieures, & par conſequent l'eau inférieure étant comprimée plus fortement, devra être ſujette à un plus grand frottement, lorſqu'elle ſera miſe en mouvement, & ſera auſſi moins en état de ſe mouvoir que l'eau d'en-haut, qui ſe trouve éxempte de ce frottement.

§. 709. Ariſtote croyoit, que les élémens ne peſent pas dans leur propre liquide, parce que la moindre force ſuffit pour pouvoir tirer de l'eau un vaſe qui y eſt plongé, & qui en eſt rempli. On peut élever avec un doigt juſqu'à la ſurface de l'eau un ſeau, qui en eſt plein tandis qu'il eſt ſous l'eau dans un puits; mais cela arrive ſeulement, comme nous le venons de voir, parce que les parties du liquide ſont en équilibre les unes avec les autres, & non parce qu'elles ne peſent pas dans leur propre liquide. En effet, ſi ces parties ſe trouvoient ſans peſanteur dans leur propre liquide il faudroit que tout le liquide fût ſans peſanteur, n'étant composé que de toutes ces parties, ce qui n'eſt pourtant pas vrai. De plus, on va voir par l'expérience ſuivante, que les parties peſent dans leur propre liquide. Que l'on prenne une fiole vuide, qui ait une peſanteur ſpécifique plus peſante que l'eau, qu'on la ferme bien avec un bouchon de verre, & qu'on la peſe après l'avoir ſuſpenduë ſous l'eau à un fil qui tienne à une balance: qu'on l'ouvre enſuite, & qu'on la laiſſe s'emplir d'eau, tandis cependant qu'elle demeure ſuſpenduë ſous l'eau: on trouvera alors, que cette fiole ſera devenuë ſous l'eau d'autant plus peſante que l'eau, qui y eſt entrée, peſe davantage. Voilà donc maintenant l'eau qui eſt ſuſpenduë dans l'eau, c'eſt-à-dire ſuivant Ariſtote, l'élément dans ſon propre élément, & néanmoins elle ne laiſſe pas de peſer.

Pl. IX. Fig. 12. §. 710. Puiſque c'eſt une choſe certaine, que les parties du liquide peſent, il faut que le fond XZ du vaſe RXZS, qui eſt dans une ſituation horiſontale, & qui peſe également par-tout, ſupporte le poids de toutes les parties enſemble. C'eſt pourquoi dans toute ſorte de vaiſſeaux, dont les côtés ſont perpendiculaires, le fond horiſontal ſera comprimé, à proportion du poids de toutes les parties du liquide priſes enſemble. C'eſt ce qu'on obſerve à l'aide d'un vaiſſeau cilindrique, lequel ait pour fond un piſton fort leger & mobile, qui y ſoit mis comme dans une pompe, & qui ſoit attaché par le moyen d'un fil à un des côtés d'une balance: lorſqu'on verſe dans ce vaiſſeaux 2 ℔ d'eau, on trouve, en mettant un poids dans l'autre baſſin de la balance, que le piſton eſt pouſſé en-bas par la peſanteur de 2 ℔; & ſi on verſe enſuite deſſus 3, 4, 5 ℔ d'eau, le piſton eſt pouſſé en-bas de 3, 4, 5 ℔, comme le fait voir clairement le contrepoids qui doit être mis dans le baſſin oppoſé.

Pl. IX. Fig. 12, & 13. §. 711. Soient les deux vaſes RXZS, LMNO, dont les côtés ſoient perpendiculaires, mais dont les fonds horiſontaux ſoient inégaux, comme XZ, MN, & qu'on empliſſe ces vaſes du même liquide juſqu'à une égale hauteur; alors la preſſion du liquide ſur le fond XZ ſera à la preſ-

ſion

ſion du fluide ſur le fond MN, comme la quantité des rangées des parties du liquide RXZS, eſt à celle de LMNO; car tel ſera alors le poids des liquides dans ces deux vaſes.

§. 712. On donne le nom de *Colomne des Liquides* à quelques rangées de parties priſes enſemble, qui forment une épaiſſeur conſidérable, & que l'on conçoit ſous la forme d'un cilindre. On a coûtume de concevoir pour plus grande commodité, que les liquides ſont composés de ſemblables colomnes contiguës, quoiqu'il n'y ait en cela rien de réel.

§. 713. Plus les Colomnes d'un liquide contenu dans un vaſe par-tout également large, & dont les côtés ſe trouvent perpendiculaires à l'horiſon, ſont élevées, plus le fond ſera comprimé fortement, & même avec une force proportionnelle à la hauteur des Colomnes, car les poids de ces colomnes ſont comme leurs hauteurs; & par conſequent ſi le fond doit ſupporter tout le poids, il faut qu'il ſoit comprimé avec d'autant plus de force, que le poids dont il eſt chargé eſt plus peſant, c'eſt-à-dire, que la hauteur des colomnes eſt plus grande.

§. 714. Que l'on ſuppoſe donc deux vaſes également larges, dont les côtés ſoient paralléles entr'eux & perpendiculaires à l'horiſon, mais qui ſoient remplis du même liquide juſqu'à une hauteur differente; alors la peſanteur des liquides, qui agiſſent ſur les fonds, ſera comme les hauteurs des fluides.

§. 715. Soit le vaſe ABC, qui ait la forme d'un priſme, dont le côté BC qui eſt le fond, ſe trouve ſitué obliquement à l'horiſon, tandis que l'autre côté AB eſt perpendiculaire; alors les colomnes ABED, DEGF, FGIH, HIKL, LKC, dont les hauteurs ſont différentes, repoſeront ſur le fond, & en comprimeront les endroits BE, EG, GI, IK, KC, plus ou moins, ſuivant que chacune d'elles aura plus ou moins de hauteur. Pl. XI. Fig. 1.

§. 716. La même choſe aura auſſi lieu dans les vaſes, dont les côtés & les fonds auront différentes ſortes de formes; & on pourra connoitre, quelle eſt la preſſion ſur chaque endroit du fond, pourvu que l'on conçoive ſeulement une colomne qui y repoſe perpendiculairement.

§. 717. Si l'on prend deux vaſes KLMN, & OPQR, dont les côtés ſoient perpendiculaires à l'horiſon & paralléles entr'eux, mais dont les fonds LM, PQ ſoient de niveau & de diverſes grandeurs, & qu'on les empliſſe du même liquide juſqu'à une hauteur différente, comme KL, OP; alors ces fonds ſeront comprimés en raiſon composée de leur grandeur & de la hauteur des liquides. Pl. XI. Fig. 2.

Que le fond LM ſoit à celui de PQ, comme 1 à 9, alors, en ſuppoſant les hauteurs des liquides égales, les preſſions ſur les fonds ſeront comme 1 à 9. De plus, que la hauteur KL ſoit à OP comme 1 à 2, alors les preſſions ſeront ſur des fonds inégaux, comme 1 à 2; par conſequent, ſi les fonds ſont inégaux & les hauteurs inégales, les preſſions ſur les fonds LM & PQ ſeront, comme 1 à 9 $\times$ 2, c'eſt-à-dire, comme 1 à 18.

§. 718. Nous avons conçu juſqu'à préſent, que les parties des liquides ſont poſées perpendiculairement les unes ſur les autres, comme on le peut

 voir

voir à la planche IX. Fig. 12; mais ces parties ne sont pas réelement disposées de cette maniere, elles sont confonduës & mêlées les unes avec les autres en une infinité de manieres, comme elles sont représentées à la planche IX, Fig. 15.

Il suit de cet arrangement inégal des parties, qu'elles doivent aussi se comprimer latéralement; & comme la moindre pression suffit pour séparer les parties des liquides les unes des autres, elles se jetteront aussi latéralement, & ne seront pas moins portées dans toute sorte de directions obliques, qu'elles sont poussées perpendiculairement en-bas.

§. 719. Il y a en vérité quelque chose de fort surprenant dans cette pression latérale; & il est bien difficile de concevoir, comment une petite partie qui est posée sur plusieurs autres, peut communiquer à chacune d'elles une pression latérale aussi forte qu'eût été la pression perpendiculaire, si elle les eût comprimé perpendiculairement. Il ne s'est encore trouvé jusqu'à présent aucun Mathématicien qui ait pu donner des preuves bien fondées de ce Phénoméne. Cela fait voir, que ces preuves doivent avoir pour fondement quelque chose, qui se trouve apparemment dans les liquides, mais dont nous n'avons encore aucune connoissance, ou qu'on n'a pas encore éxaminé jusqu'à présent avec assez d'éxactitude les différentes sortes de pressions des Corps. Je me contenterai donc de faire voir ici, comment un Corps, qui est posé sur divers autres, peut les comprimer latéralement, comme si il ne reposoit que sur chacun d'eux en particulier, & qu'il les poussât en-bas par sa pesanteur. Je ne donne donc pas ceci pour une preuve démonstrative, mais seulement pour une sorte d'éclaircissement.

Pl IX. Fig. 16. Soient les deux Globes B & C, un peu éloignés l'un de l'autre, sur lesquels repose un troisiéme Corps A, qui touche les deux premiers en I & en K: qu'on joigne les centres par les lignes droites BA, CA; alors A agira sur B & C, dans les directions AI, AK, & les Globes B & C ne feront autre chose que ce que les deux plans FM, FP, qui passent perpendiculairement par les directions AI, AK, auroient fait en soûtenant A; mais on peut connoitre l'action de A, de même que celle de sa pesanteur, en tirant sur les directions de ses trois actions, les trois lignes perpendiculaires FM, FP, MP, qui forment ensemble un triangle. De ces trois lignes, MP représente la pesanteur de A; MF représente son action sur le Corps B, & FP l'action sur C: maintenant, si FMP est un triangle équilatéral, alors les Corps B & C seront poussés latéralement en-bas, par une pression égale à la pesanteur du Corps A. Ce Corps peut reposer sur trois, quatre, ou un plus grand nombre de Corps, & par consequent les pousser tous également & latéralement en-bas. Cette pression latérale est moindre que n'est la pesanteur de A, lorsque les Corps B & C sont posés l'un contre l'autre; mais si ils sont séparés l'un de l'autre, l'action latérale de A sur B & sur C augmente, comme on peut le faire voir, en tirant des lignes perpendiculaires sur les directions de A; car alors FM, FP augmenteront, & MP deviendra plus petit: partant la pression latérale sur chaque

chaque Corps B & C peut l'emporter de beaucoup fur la pefanteur de A. Si quelques autres Corps repofent fur A, à la même hauteur du liquide, alors A comprimé par la pefanteur de tous ces Corps, preffera les Corps B & C, à proportion de la pefanteur de tous les Corps qui repofent fur A. Si l'on conçoit dans un vafe, plein de quelque liquide, divers fections paralléles à l'horifon, dont chacune ait la hauteur d'une particule du liquide, & que les parties foient un peu éloignées les unes des autres dans chacune de ces fections, quelques-unes comme ici dans cette figure 16, A, B, C, d'autres encore plus éloignées les unes des autres, & d'autres qui ne faffent que fe toucher; alors diverfes fortes de preffions obliques & latérales pourront être égales à celles qui fe font perpendiculairement en-bas par la pefanteur. Il y a en effet diverfes preffions obliques plus fortes, il s'en trouve auffi d'autres plus foibles, on doit les réduire toutes à une fomme qui donnera une preffion égale à celle qui fe fait perpendiculairement en-bas.

§. 720. Comme on ne peut pas démontrer, que les parties des liquides font féparées les unes des autres de la maniere que je viens de le fuppofer ici, on peut voir, que ce que je viens d'avancer, n'eft pas une preuve appuyée fur un fondement bien folide, ce n'eft autre chofe qu'un fimple éclairciffement, par lequel il paroit, qu'un Corps peut en comprimer plufieurs, & agir fur chacun d'eux auffi fortement, que fi il n'agiffoit que fur un feul avec toutes fes forces. J'éclaircirai encore un peu cette matiere par un autre exemple. Si l'on prend une longue & mince baleine, dont on mette un bout fur une table, en preffant l'autre bout en-bas avec la main, elle fe courbera d'abord latéralement, & repouffera les Corps qu'elle rencontrera, en les preffant latéralement, tandis qu'elle pouffera la table en-bas. Les colomnes des liquides, que l'on peut concevoir comme autant de longues & minces baleines, compriment & pouffent en-bas par leur pefanteur de la même maniere que la main comprime la petite baleine qu'elle tient: ces colomnes doivent fe courber d'abord latéralement, à caufe de la pofition inégale des parties dont elles font compofées.

§. 721. Par confequent, chaque colomne des liquides ne fera pas feulement pouffée latéralement, mais elle fera auffi portée dans toute forte de directions obliques, à chaque point de fa hauteur, & cela avec la même force, avec laquelle elle fera pouffée en-bas à la même hauteur par le poids qui la comprime. Cela fe confirme par l'expérience fuivante. On prend divers tubes de verre, larges & courbés de toute forte de manieres; l'extrémité des uns forme un angle droit fur le tube; l'extrémité des autres forme un angle obtus, & celle de quelques-uns un angle aigu avec le tube: tous ces tubes doivent être ouverts de chaque côté. Lors donc qu'on les plonge perpendiculairement dans l'eau par leur extrémité recourbée, l'eau y monte fur le champ jufqu'à la même hauteur, & eft prefque de niveau avec la furface de l'eau du vafe; l'eau monte un peu plus haut dans les tubes à caufe de leur vertu attractive, & c'eft pour cela que l'on doit choifir des tubes qui foient larges.

Pl. XI. Fig. 3. §. 722. Soit le vase X η ZE de figure cubique, dont le fond η Z est de niveau, que ce vase soit rempli de quelque liquide, alors chaque côté perpendiculaire de ce vase, comme X η, sera poussé en-dehors avec une force qui sera la moitié moindre, que celle avec laquelle le fond est poussé en-bas.

Que l'on conçoive le côté X η comme divisé en quelques parties égales, & qu'on y marque les points α, β, γ, η; que l'on tire ensuite dans le cube la diagonale X Z, & que des points précédens on méne des lignes perpendiculaires comme $\alpha\alpha$, $\beta\beta$, $\gamma\gamma$, η Z, à la diagonale X Z : Ces lignes seront toutes égales aux hauteurs du vase aux endroits où elles sont tirées, de sorte que $\alpha\alpha = X\alpha$, & $\beta\beta = X\beta$, & $\gamma\gamma = X\gamma$, & $\eta Z = X\eta$. Les pressions du liquide sur chacun de ces points α, β, γ, η sont comme les hauteurs du liquide au-dessus de chaque point; par consequent ces pressions sur chaque point sont comme les longueurs des lignes, $\alpha\alpha$, $\beta\beta$, $\gamma\gamma$, η Z. Si l'on concevoit alors tous les points possibles sur le côté X η, & sur ces points des lignes qui fussent paralléles au fond η Z, & qui se terminassent à le diagonale X Z, toutes ces lignes exprimeroient toutes les pressions du liquide contre le côté X η; mais toutes ces lignes, que l'on conçoit être de quelque largeur, formeroient le triangle X η Z, lequel représenteroit par consequent la somm e de toutes les pressions contre le côté X η. Considerons aussi de la même maniere les pressions sur chaque point du fond η Z. Cette pression sera également forte sur chaque point, & toujours égale à la hauteur X η du vase, & elle agira par consequent sur η, comme la longueur X η sur A, comme A A sur B, comme B B sur C comme C C sur D, comme D D sur Z, comme E Z. Mais on doit concevoir sur le fond η Z autant de points, que sur le côté X η; puisque le vase est un cube, toutes les lignes que l'on conçoit être de quelque largeur, & qui sont sur ces points, achevent & forment le quarré X η Z E, par consequent toutes les pressions qui agissent sur le fond η Z sont exprimées par le quarré X η Z E, qui est double du triangle X η Z; c'est pourquoi le fond est pressé en-bas avec une force double de celle avec laquelle le côté X η est poussé en-dehors. Tous les autres côtés du vase sont pressés en-dehors avec la même force que X η.

§. 723. Par consequent, les quatre côtés du vase cilindrique seront en méme-temps pressés en-dehors par le liquide avec une force double de celle avec laquelle le fond est pressé en-bas. C'est pourquoi il peut naître de la pesanteur du liquide dans ce vase une action triple de celle qui auroit pu être produite par la pesanteur du même liquide changé en un Corps solide. Ainsi, de la cire froide & durcie, qui rempliroit ce cube, agira sur ce vase beaucoup moins que si elle étoit fonduë; car, lorsqu'elle est solide, elle agit par sa pesanteur sur le fond, au-lieu que quand elle est fonduë, elle agit avec la même force sur le fond, & elle a même de plus une demi-pression par laquelle elle agit sur chaque côté du vase.

§. 724. Si un vase a un fond plat & de niveau, & que toutes les colomnes

colomnes du liquide qu'il contient ne soient pas de la même longueur, les plus longues colomnes tomberont sur les plus courtes, à cause de la pression latérale, jusqu'à ce qu'elles se trouvent toutes de la même longueur, & que toutes les pressions latérales soient égales.

Le même effet doit aussi arriver, à cause de la pression perpendiculaire, car les plus longues colomnes pesent davantage que les plus courtes, c'est pourquoi les plus longues s'affaisseront, & les plus courtes s'éleveront jusqu'à ce qu'elles soient toutes de la même longueur, & qu'elles ayent une égale pesanteur.

§. 725. Par consequent, lorsqu'un liquide sera en repos, & que toutes ses colomnes seront en équilibre entr'elles, leur surface devra être paralléle à l'horison ; & partant elle sera sphérique, ou sphéroïde, & aura pour centre le même point qui tient lieu de centre à la terre ; & on dit alors, que la surface est *de niveau.*

§. 726. La pression latérale des liquides nous fait comprendre plusieurs autres Phénoménes & effets, dont je vais exposer ceux qui me paroissent les plus surprenans.

Soient deux vases ou tuyaux AB, CD, dont le diamétre soit égal, qui communiquent l'un à l'autre par l'interposition d'un autre tuyau BGHD. Si l'on verse dans le tuyau AB une liqueur, elle passera par le tuyau GBDH dans l'autre tuyau CD, & montera dans celui-ci jusqu'à la même hauteur où elle se trouve dans le tuyau AB, de sorte qu'elle sera de niveau dans les deux tuyaux AB, & CD. En effet, la liqueur ne peut rester sans mouvement dans AB avant que celle de CD presse latéralement la liqueur qui est dans BGHD, avec la même force avec laquelle AB presse latéralement la liqueur contenuë dans BGHD : mais ces pressions ne seront égales entr'elles, que lorsque la liqueur, contenuë dans AB, se trouvera de niveau avec celle qui est dans CD. Cela se confirme par toute sorte d'expériences, & c'est là-dessus qu'est aussi fondée une espéce de niveau, qui consiste en deux tuyaux de verre, dont les côtés sont recourbés comme ABCD, & GHKF, & joints ensemble par l'interposition d'un troisiéme tuyau RS, où l'eau qu'on y verse monte jusqu'à la même hauteur, sur laquelle on tend deux fils PM, & EO, le long desquels l'œil Z, venant à regarder, peut découvrir si le sol & les autres objets sont de niveau ou non.

Pl. XI. Fig. 4.

Pl. IX. Fig. 17.

§. 727. On ne remarque aucune différence dans la hauteur à laquelle la liqueur s'éleve, soit que les deux tuyaux AB, CD, ayent la même capacité, ou qu'il se trouve une grande différence dans leur largeur, comme AB, & CDEF ; car la liqueur contenuë dans le tuyau étroit presse de côté contre celle qui est dans GHBD, avec la même force que celle qui se trouve dans le large tuyau CDEF, puisque la pression latérale est égale à la perpendiculaire. Par consequent, ces pressions latérales dans les tuyaux étroits & dans les larges sont à proportion des hauteurs des liqueurs, de sorte que le liquide, qui est dans AB, doit demeurer de niveau avec celui du tuyau étroit CD, ou du tuyau large

Pl. XI. Fig. 4.

 CDEF,

CDEF. L'expérience confirme auffi ce raifonnement : Que l'on prenne feulement bien garde, que le tuyau AB, que l'on employe, ne foit pas trop étroit, car autrement la vertu attractive fera monter l'eau dans AB plus haut que dans CDEF ; mais fi on fe fert de mercure, & qu'on ait foin que tout en foit bien rempli, il s'élevera dans EFCD plus haut que dans A B, à caufe de la méme vertu : fi on prend A B de la largeur d'un pouce, & CDEF de telle largeur qu'on voudra, on ne remarquera aucune différence dans la hauteur du liquide qu'on employe.

Pl. XI. Fig. 5. §. 728. Soit le vafe A G S C, qui ait la figure d'un Cone, dont la bafe horifontale foit le fond du vafe, & dont le fommet A C foit tourné en-haut ; fi on emplit ce vafe d'un liquide, le fond G S fera preffé en-bas avec la même force que fi le vafe eût eu la figure d'un cilindre R G S T, qui auroit eu par-tout la même capacité que le fond G S, & qui auroit été empli jufqu'à la même hauteur A B ou R G.

Concevons dans ce Cone des colomnes E E, F F, O O, I I, V V, de même épaiffeur que celle du milieu A B D C qui s'éleve au-deffus du fommet. Cette colomne intermédiaire A B C D pouffe en-bas par fa pefanteur, & fait effort pour élever les plus courtes E E & O O, de même que F F, I I, & V V, qui font à côté ; mais celles-ci ne peuvent monter à caufe de la réfiftance des côtés fermes du vafe en E, F, O, I, V ; c'eft pourquoi elles font préffées contre ces côtés, dont elles font repouffées vers le fond F E B D O I V avec la même force avec laquelle elles étoient élevées, & elles preffent par confequent ce fond auffi fortement que fi toutes les colomnes avoient la même hauteur A C B D de la colomne intermédiaire : Si donc le vafe A G S C, au-lieu d'avoir eu la figure d'un cone, eût reçu par-tout la même capacité, comme R G S T, & qu'on l'eût alors empli d'eau jufqu'à la même hauteur ; dans ce cas le fond auroit été preffé auffi fortement, que lorfque le vafe A G S C avoit la figure d'un cone.

Pl. X I. Fig. 5. §. 729. Par confequent, fi on prolonge le fommet du cone AGSC jufqu'à telle hauteur qu'on voudra, comme jufqu'à P, & que l'on pofe deffus un tuyau C P que l'on rempliffe du même liquide, toute la bafe G S fera preffée en-bas avec la même force que fi le vafe eût été cilindrique & qu'il eût eu par-tout la même capacité que la bafe G S, & qu'il eût été de la hauteur de D P. Cela fe confirme par l'expérience fuivante. Que l'on prenne un vafe, qui ait une bafe mobile G S, & qui foit fufpendu à un fil de métal, lequel paffe par le tube P C, & foit attaché en-haut à une balance ; fi on emplit alors d'eau le tube P C, & le vafe AGCS, on trouvera par le moyen du poids qui eft néceffaire pour tenir la bafe G S en fa place, & qui fe trouve pour cela dans l'autre baffin de la balance, on trouvera, dis-je, qu'il doit pefer autant que pefe une colomne d'eau, dont la bafe eft de la grandeur de G S, & dont la hauteur eft D P.

Pl. XI. Fig. 6. §. 730. Si le vafe RGST eft fait en maniere de cilindre, au-deffus duquel s'éleve le tube C P, la bafe G S fera preffée par le liquide auffi fortement

fortement que si le vase eût eu par-tout la même capacité, & la hauteur S T, C P : car la pression des colomnes de ce vase est égale à celle des colomnes du vase précédent.

§. 731. Par consequent, si le tube C P est fort étroit, & le vase R G S T fort large, une très-petite quantité d'eau pourra alors agir extrémement fort sur le fond, & sur les autres côtés de ce vase : le couvercle R C T sera même pressé en en-haut, avec une force presque égale à celle avec laquelle le fond G S est poussé en-bas ; car la pression contre R C T en en-haut sera alors à proportion de la pesanteur d'une colomne d'eau qui a la hauteur C P & la base R C T. On peut encore prouver cela par un soufflet à eau, qui a deux fonds de bois G S & R S, qui tiennent ensemble & sont entourrés d'une peau R G T S qui les enveloppe : On met plusieurs poids en-haut sur R T, on emplit ensuite le tube P C de quelques onces d'eau, qui élevent toute la charge qui repose sur R C T, quoiqu'elle pese cent fois & même mille fois davantage que l'eau du tube P C.

§. 732. Cette pression des liquides en en-haut peut être encore confirmée par d'autres expériences : j'en proposerai ici une, que chacun peut faire fort facilement. Que l'on prenne un large verre A B C D, dans lequel on en mette un autre moins large, dont le fond proche de X puisse encore être chargé de quelque poids : que l'on verse ensuite lentement de l'eau dans le large verre A B C D, & lorsqu'on en aura versé jusqu'a une certaine hauteur, comme jusqu'à K L, le verre qui a le moins de capacité s'élevera avec le poids dont il est chargé, & commencera à flotter dans l'eau, par la pression de ce liquide qui le fait monter. Pl. XI. Fig. 7.

§. 733. Comme nous avons fait voir, que la pression latérale des liquides est égale à la pression perpendiculaire, qui arrive à la même hauteur du vase, les côtés des vases représentés dans la planche XI. fig. 5 & 6, seront aussi pressés latéralement en-dehors, lorsque ces vases seront pleins. Si leurs côtés sont souples & pliables, ils se jetteront en-dehors, & les vases deviendront plus courts, de sorte que les fonds s'approcheront davantage des couvercles. On peut remarquer cela, lorsqu'on lie dans une vessie B C D un petit tuyau étroit A, & qu'on attache la vessie à une corde proche de B, en suspendant par-dessous à D un poids P de 50 livres ou davantage; dès-qu'on vient à souffler dans cette vessie par le petit tuyau A, elle commence à se gonfler, ce qui fait monter le poids P de F jusqu'à E. Dans ce cas, l'air ne sçauroit jamais produire cet effet par sa pesanteur ; car cette pesanteur ne seroit que de quelques grains : mais lorsqu'on souffle, on a beaucoup de force pour presser l'air à l'aide de la poitrine : la pression fait la même chose que la pesanteur des liquides, c'est pourquoi l'air se trouvant fortement comprimé dans la vessie, il doit la gonfler & l'élever, de la même maniere que l'eau auroit pu le faire par sa pesanteur. Pour faire facilement cette expérience, on doit prendre un filet oblong, qui soit de la longueur de la vessie, & qui ait au bas un cordon auquel on puisse suspendre le poids P : ce filet doit être attaché bien ferme proche de B, & il faut qu'on puisse mettre dedans Pl. X. Fig. 5.

la

vessie, qui y soit en liberté, & dans laquelle on puisse souffler par le tuyau A. De cette maniere, tout le poids est suspendu au filet, qui serre & comprime la vessie, laquelle se trouvant gonflée repousse le filet en-dehors & l'élargit.

§. 734. On peut encore disposer les vessies d'une autre maniere, & soulever par par leur moyen quelque pesant fardeau, comme l'a fait Monsieur
Pl. X. Fig. 6. Polinier. C, D, E, F, sont quatre vessies de bœuf, attachées à un tuyau A B, à l'aide duquel on peut les faire enfler: Qu'on mette ces vessies sur une table, & par-dessus cette table une sorte d'ais ou tablette garnie de quatre petits pieds fort bas, afin que le tuyau A B demeure libre, & que les vessies puissent se gonfler sans aucun empêchement. Si l'on met sur la tablette L M quelques centaines de livres, on pourra les faire enfler fort facilement, car les quatre vessies forment comme un grand vaisseau avec un grand fond; de sorte que l'air étant poussé par A B avec violence, produit alors le même effet, que si il étoit comprimé avec la même force dans un vase qui seroit par-tout de la largeur du fond. Posons que l'air soit comprimé dans le tuyau A B avec une force de 5 livres, il produira alors le même effet, que si dans le cas proposé ci-dessus planche XI. fig. 6, cinq livres d'eau agissoient par la pression dans un tube de même largeur, le couvercle R C T étant aussi au tube comme 100 à 1, de meme que la largeur du fond des vessies est comme 100 à 1. Le couvercle R C T sera alors élevé avec une force de 500 ℔, & les 500℔, placées sur la tablette L M seront aussi soulevées de la même maniere. Par consequent, si on augmente le nombre des vessies, on pourra soulever par leur moyen une charge beaucoup plus pesante.

§. 735. La pression des liquides en en-bas est aussi cause, que la même liqueur dans le même vase fait paroître dans un temps le vase beaucoup
Pl. XI. Fig. 8. plus pesant qu'il n'étoit auparavant. On prend pour cela un verre qui soit haut D H E K, dans lequel on verse de l'eau à la hauteur de F M, & on le suspend à une balance: On prend ensuite un cilindre de bois A B, attaché à un des bras du traversin B C, que l'on doit ficher dans une muraille, ou faire tenir à une table, afin qu'il puisse être immobile: On tient alors le verre sous ce cilindre, & on l'éleve jusqu'à ce que l'eau monte dans le verre à la hauteur de G O, d'où il arrive que le cilindre se trouve plongé dans l'eau de la longueur de A S; le verre D H E K, paroîtra donc alors être devenu beaucoup plus pesant qu'il n'étoit auparavant, & pour remettre la balance en équilibre, on sera obligé de charger beaucoup plus l'autre bassin. On voit donc encore ici, que la liqueur presse à proportion de sa hauteur, & non à proportion de sa quantité. En effet, on doit concevoir que ce vase D H E K a le fond H E, mais qu'il n'y a au-dessus de A qu'un tube étroit G O M F plein d'eau, & qui presse avec autant de force que si le verre n'eût été empli d'eau que jusqu'à la hauteur de G O, & qu'il n'eût pas contenu le cilindre A B, car ce cilindre ne presse pas, il ne pese pas non plus, puisqu'il est attaché au bras B C sans se mouvoir.

§. 736.

§. 736. Soit le vase G A C S, qui ait la figure d'un cone entier, ou d'un cone tronqué, dont le sommet A C regarde en-bas, & la base G S en-haut; si on l'emplit de quelque liqueur, le fond A C n'en sera comprimé, qu'à proportion de la pesanteur de la colomne A B C D, qui est de la hauteur de la liqueur, & dont la base est égale à A C: & le reste de la liqueur sera soûtenu par les autres côtés de ce cone A G & C S, sans agir en aucune maniere sur le fond A C, & il ne fera que soûtenir la colomne intermediaire A B C D, comme j'ai eu occasion de m'en convaincre en faisant ces sortes d'expériences. Je pris pour cet effet un vase de figure conique, dont la base A C étoit mobile, étant attachée à une balance par le moyen d'un fil de laiton; lorsque j'eus versé dans le vase G A C S, 30 ℔ d'eau, la base A C ne fut pressée en en-bas qu'avec la force d'une livre, qui est la pesanteur de la colomne A B C D. Pl. XI. Fig. 9.

CHAPITRE XXII.

Des liqueurs qui coulent par les trous d'un vase.

§. 737. SI l'on prend le vase A B C D dont le fond BD est de niveau, & qu'on le perce en divers endroits, E, G, F, de trous égaux entr'eux, alors la liqueur dont ce vase est rempli, sortira de tous ces trous avec la même rapidité. Pl. XI. Fig. 10.

Il repose en effet sur les particules, qui répondent aux trous E, G, F, des colomnes de liquide qui ont la même hauteur, le même diamétre, & par consequent la même pesanteur: elles pressent donc également, & partant une égale pression doit communiquer à des Corps égaux entr'eux la même vîtesse, suivant le §. 150. Cette raison demeure toujours la même, tant à l'égard des premieres parties, qui s'écoulent par les trous, qu'à l'égard des suivantes, & des dernieres de toutes; c'est pourquoi la liqueur devra toujours couler par tous ces trous avec une égale rapidité.

§. 738. On a découvert cette vérité à l'aide d'un semblable vase plein d'eau, & dont le fond étoit percé de trous, car il sortoit de chaque trou, en temps égaux, la même quantité d'eau. En effet, les parties, qui répondent aux trous E, G, F, coulent avec la même célérité en temps égaux, il faut aussi qu'elles s'échappent en temps égaux, avec une égale rapidité, par des trous dont le diamétre est le même.

§. 739. Comme les parties des liqueurs, qui sont à la même hauteur, sont pressées également en-bas & vers tous les côtés, suivant le §. 721, il faut que les liqueurs coulent par les trous des côtés du vase avec la même rapidité, & en même quantité, que par les trous du fond lorsque tous ces trous sont également bas.

Par consequent il s'écoulera, en temps égaux, une égale quantité de li- Pl. XI. Fig. 10.

 queur

queur par le trou du côté proche de D, que par le trou du fond proche de F, en ſuppoſant que ces deux trous ſoient égaux.

§. 740. Plus il y a de liqueur dans le vaſe A B C D, & par conſequent plus elle s'y trouve élevée, plus grande auſſi ſera la vîteſſe avec laquelle cette liqueur coulera par les trous E, G, F. En effet ſi la Colomne, qui repoſe au-deſſus de G, eſt de la hauteur de H G, les parties qui répondent au trou G ſeront comprimées par la peſanteur de cette Colomne H G; mais ſi cette Colomne eſt prolongée juſqu'à K G les parties qui répondent au trou G, ſeront comprimées plus fortement, & elles couleront par conſequent avec une plus grande rapidité

Pl. XI. Fig. 10. §. 741. Si la liqueur, contenuë dans deux vaſes, s'y trouve élevée a diverſes hauteurs, comme H G dans l'un, & K G dans l'autre, alors la vîteſſe, avec laquelle les parties coulent par G, qui eſt comprimé par la hauteur H G, ſera à la vîteſſe avec laquelle les parties coulent par G, qui eſt comprimé par la hauteur K G, en raiſon ſoudoublée des hauteurs H G, K G,

En effet, les peſanteurs des colomnes H G & K G, ne ſont autre choſe que des puiſſances qui compriment, & qui communiquent aux parties qui paſſent par les trous G, une force & une vîteſſe, proportionelles à leur intenſité, qui eſt ici comme leur hauteur, puiſque les trous G ſont égaux : mais les vîteſſes ſont, dans les Corps qui ſe meuvent librement, en raiſon ſoudoublée des forces, ſuivant le §. 177, les forces communiquées ſont comme les puiſſances qui compriment, & par conſequent comme les hauteurs H G, & K G; c'eſt pourquoi les vîteſſes doivent être en raiſon ſoudoublée des hauteurs H G, & K G.

Pl. XI. Fig. 10. §. 742. Les parties de la liqueur coulent par le trou G avec autant de vîteſſe, que ſi elles étoient tombées librement d'une hauteur égale à la hauteur de la colomne K G, de ſorte qu'en tombant elles ſont deſcenduës de K juſqu'à G, & dans leur chute elle continuent de s'avancer avec autant de vîteſſe, que les parties du liquide qui coule par le trou G.

Car, ſuivant le §. 188, les forces que reçoit un Corps, qui tombe de K en G, ſont comme la hauteur K G; mais les forces, que reçoivent les parties des liqueurs, qui doivent couler par G, & qui ſont comprimées par la colomne K G, ſont auſſi comme la hauteur K G: Dans les deux cas, la preſſion vient de la même cauſe, ſçavoir de la peſanteur; par conſequent il y a raiſon d'égalité entre les forces dans ces deux cas, & partant la vîteſſe doit être auſſi la même.

§. 743. Monſieur Polenus a confirmé cette importante propoſition par une belle expérience. Il prit pour cet effet un vaſe de 13 pieds de haut, dans le fond duquel il fit paſſer un petit tuyau rond, long de 7 lignes, & qui avoit 3 lignes de diamétre: dans l'eſpace d'une minute il s'écoula par ce tuyau 905 pouces cubiques d'eau; ſi l'on conçoit cette eau changée en une colomne, dont le diamétre ſoit égal à celui de l'ouverture du petit tuyau, elle ſera alors de la longueur de 1536 pieds. Lorſqu'un Corps peſant tombe librement de la hauteur de 12 pieds, il reçoit une

vîteſſe,

vîteſſe, avec laquelle il peut parcourir dans une minute l'eſpace de 1493 pieds : mais ſi il tombe de la hauteur de 13 pieds, il reçoit une vîteſſe, avec laquelle il peut parcourir 1680 pieds. Par conſequent la liqueur qui eſt tombée de la hauteur de 13 pieds a reçu un mouvement plus rapide que le Corps qui eſt tombé de la hauteur de 12 pieds ; mais le mouvement de cette même liqueur a été plus lent que celui du Corps qui eſt tombé de la hauteur de 13 pieds. Il paroît donc, qu'il y a ici quelque différence, mais elle eſt cauſée par le frottement de la liqueur qui coule par l'ouverture du tuyau. On n'auroit jamais oſé ſe flatter, que cette expérience dût ſi bien s'accorder avec le calcul.

§. 744. Soient deux vaſes de hauteurs différentes, & dont les fonds ſoient percés de trous égaux ; ſi l'on emplit ces vaſes de la même liqueur, la quantité qui en ſortira en même temps ſera comme la vîteſſe avec laquelle elle s'écoule, & par conſequent en raiſon ſoudoublée des hauteurs de la liqueur au-deſſus des trous.

§. 745. La quantité de liqueur qui s'eſt écoulée par chaque trou, doit certainement être comme la vîteſſe avec laquelle elle paſſe, de ſorte qu'il s'écoule deux fois plus de liqueur avec deux vîteſſes, qu'avec une ſeule. Voici une expérience qui le fait voir. On prend un tube, haut de quatre pieds, au haut duquel on met une jatte qui ait en-dedans une marque ou étalon, pour pouvoir connoître précisément la hauteur de la liqueur : d'ici vers en-bas à la diſtance d'un pied & à la diſtance de quatre pieds ſe trouvent deux trous, dont les diamétres ſont égaux, & dont l'un eſt fermé quand l'autre eſt ouvert. Lorſqu'on raſſemble l'eau, qui s'eſt écoulée par le trou d'en-haut dans le temps d'une minute, & qu'on raſſemble enſuite celle qui a paſſé par le trou d'en-bas dans l'eſpace d'une minute, cette derniere ſe trouve double de la premiere : mais la vîteſſe, avec laquelle la liqueur coule par le trou inférieur, eſt à celle qui paſſe par le trou ſupérieur, comme 2 à 1, ſuivant le §. 741. par conſequent la liqueur qui s'eſt écoulée, eſt comme la vîteſſe avec laquelle elle paſſe, & par tant en raiſon ſoudoublée des hauteurs.

§. 746. Par conſequent, lorſqu'on a un vaſe d'une hauteur donnée qui demeure toujours également plein de liqueur, & qu'on fait dans le fond un trou d'une grandeur donnée, en meſurant en même temps bien juſte, combien de liqueur il coule de ce trou dans un certain temps, on pourra ſçavoir, combien il s'écoulera de liqueur dans un temps donné d'un autre vaſe, qui n'ait ni la même capacité, ni la même hauteur, lequel reſte toujours plein, & au fond duquel il y ait un trou, dont le diamétre ſoit le même que celui du trou du premier vaſe.

En effet, que l'un de ces vaſes ſoit haut d'un pied, que l'autre ſoit haut de dix pieds, & qu'il ſorte du premier 6 ℔ d'eau dans l'eſpace d'une minute, il s'en écoulera alors du ſecond $6\sqrt{10}$ ou $8\frac{97}{}$ ℔ : puiſque les quantités des liquides qui ſe ſont écoulées en temps égaux doivent être en raiſon ſoudoublée des hauteurs, c'eſt-à-dire, ici comme $\sqrt{1}$ & $\sqrt{10}$.

Pl. IX. Fig. 11. §. 747. Si le vase ABCD demeure toujours également plein, il s'écoulera par le trou F la colomne FH, deux fois plus longue que EF, & cela dans le temps qu'un Corps tombant librement parcourroit l'espace EF, qui est la hauteur du liquide.

Le liquide qui coule par F, commence à se mouvoir avec une vîtesse, qui n'est produite que par la pesanteur du Corps tombé de E en F: le liquide coule toujours par F avec la même vîtesse, mais le Corps qui tombe de E en F, en quittant son repos, se meut avec une vîtesse accélérée; par consequent le liquide qui sort du trou F, parcourra un espace deux fois plus grand, que le Corps qui tombe de E en F, suivant le §. 227.

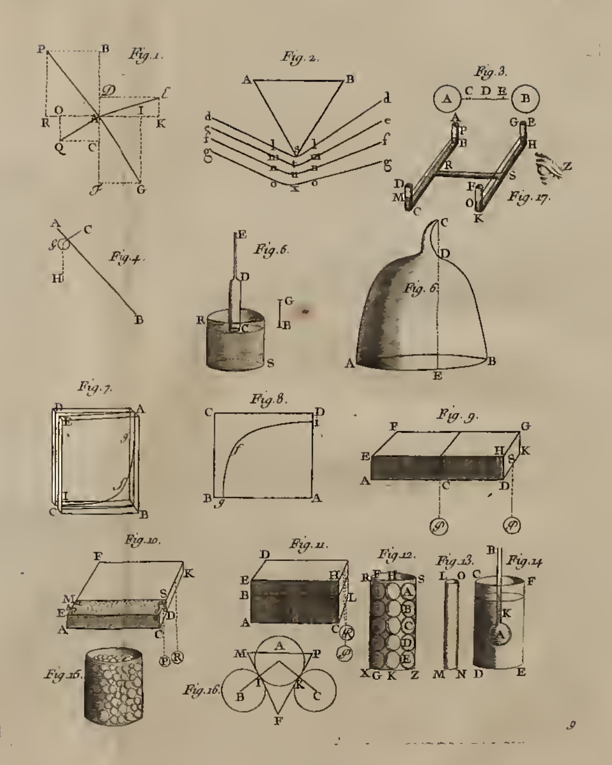
Pl. IX. Fig. 12. §. 748. Soient deux vases de même grandeur & semblables, qui ayent la figure d'un cilindre, comme A B C D, F G H L, dont les fonds soient percés de deux trous, E, K, de grandeur inégale; que ces deux vases soient remplis jusqu'à la même hauteur; alors les temps dans lesquels ils se vuideront, seront en raison inverse de la grandeur des trous.

Nous allons tâcher de faire comprendre cela plutôt que de le démontrer mathématiquement. Représentez-vous que le vase A B C D soit divisé en colomnes d'égale épaisseur, & dont le diamétre soit égal à celui du trou E. Que le vase F G H L soit de même divisé en colomnes, dont la base est le trou K. Puisque les colomnes sont de même hauteur dans ces deux vases, elles tomberont en temps égaux, & parcourront leurs hauteurs: c'est pourquoi le temps de l'écoulement du vase A B C D, sera au temps de l'écoulement du vase F G H L, comme le nombre des colomnes en A B C D est au nombre des colomnes en F G H L: mais leur nombre est en raison inverse de leurs diamétres, & leurs diamétres sont comme les bases, c'est-à-dire, comme les trous E & K, par consequent les temps de l'écoulement de ces vases sont en raison inverse des trous. Cela s'accorde fort bien avec l'expérience, lorsqu'on prend deux vases égaux qu'on remplit d'eau.

Pl. IX. Fig. 13. §. 749. Soient deux vases de même hauteur A B C D & E F G H, de diamétres inégaux qui soient percés dans leurs fonds de trous égaux, P & O, & qui se trouvent remplis de la même liqueur jusqu'à une égale hauteur; les temps de leur écoulement seront comme les diamétres des fonds.

Que l'on conçoive encore la liqueur de ces deux vases divisée en colomnes, dont les diamétres soient comme ceux des trous; comme elles sont toutes également hautes, & que chacune d'elles peut s'écouler en même temps, il faut que le temps de l'écoulement de A B C D soit au temps de l'écoulement de E F G H, comme le nombre des colomnes en A B C D est au nombre des colomnes en E F G H; mais leur nombre est comme le diamétre des vases, & celui-ci comme les fonds, de sorte que les temps de l'écoulement sont comme les diamétres des fonds. Monsieur Picard est le premier qui a confirmé cela par des expériences.

§. 750.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.

§. 750. Si les trous P & O des vases précédens sont l'un à l'autre en même raison que leurs fonds, ils se vuideront en temps égaux. Et si des vaisseaux de figure cilindrique, de même hauteur, mais de diamétres inégaux, sont percés dans leurs fonds de trous inégaux, les temps dans lesquels se vuideront ces vases, qui se trouvent remplis à la même hauteur, seront en raison composée du diamétre des fonds & de la raison inverse du diamétre des trous. Pl. IX. Fig. 13.

§. 751. Si les deux vases A B C D & E F G H, de figure cilindrique, ont des hauteurs différentes, mais des diamétres égaux, & qu'ils soient remplis de la même liqueur, ayant aussi leurs fonds percés de trous égaux; les temps dans lesquels ils se vuideront, seront en raison soudoublée de leurs hauteurs. Pl. IX. Fig. 14.

Que le vase A B C D soit quatre fois plus haut que E F G H; par consequent la vîtesse avec laquelle la liqueur commence à sortir du plus haut sera à la vîtesse du plus haut bas, comme 2 à 1; de sorte que la quantité de la liqueur, qui s'est écoulée en même temps, sera aussi comme 2 à 1. Cette même raison a toujours lieu, après que la liqueur s'est déja écoulée de chaque vase: par consequent, il est besoin d'un temps double, pour que la quantité de la liqueur qui s'est écoulée du plus haut vase, soit à celle de l'autre vase, comme 4 à 1; mais les quantités de la liqueur de ces deux vases sont comme 4 à 1, par consequent les temps de leurs écoulemens seront comme 2 à 1, c'est-à-dire, en raison soudoublée des hauteurs. L'expérience vérifie assez toutes ces propositions.

§. 752. Par consequent, les temps de l'écoulement dans les vases cilindriques, qui n'auront ni la même hauteur, ni le même diamétre, & dont les trous des fonds se trouveront aussi inégaux, seront en raison composée du diamétre des fonds, de la raison inverse des trous, & de la soudoublée des hauteurs.

§. 753. Ce que nous venons d'exposer peut servir à résoudre la proposition faite dans le dernier siécle par le grand Torricelli. Les vases cilindriques & prismatiques, remplis de liqueur, & dont les fonds sont percés de trous, se vuident de la maniere suivante. Si l'on divise en parties égales le temps auquel ils se vuident, la hauteur de la liqueur qui s'écoule au dernier temps sera *un*, celle du penultiéme sera comme *trois*, & celle de l'antepenultiéme comme *cinq*, & ainsi de suite comme les nombres impairs à commencer par l'unité.

En effet, plus le vase se désemplit, plus la colomne qui répond au trou perd de sa hauteur, & comprime par consequent avec moins de force la liqueur qui s'écoule, de sorte que les parties qui s'échappent se meuvent d'un mouvement retardé, égal à celui avec lequel se meuvent les Corps pesans que l'on jette en-haut. Or les espaces que parcourent ces Corps, sont comme les nombres impairs, &, à commencer par le dernier temps, comme 1, 3, 5, 7; il faut par consequent qu'il en soit de même à l'égard du liquide, qui s'écoule en temps égaux.

Monſieur Picard à confirmé cela par une expérience que nous allons faire après lui. On prend un large tuyau de verre, de la longueur de 4 pieds, & dont le diamétre ſoit par tout le même, autant qu'il eſt poſſible : on lui met au-bas un couvercle de cuivre, percé d'un fort petit trou ; après qu'on a rempli d'eau ce tube, & remarqué en combien de temps il ſe vuide, par exemple, en 20 minutes, on diviſe ſa longueur en 400 parties, & à commencer par en-bas, la premiere partie, c'eſt-à-dire, la $\frac{1}{400}$ s'écoulera au dernier temps ; ainſi en montant de degré en degré, on prend ces parties, comme ces nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, dont il s'écoulera au premier temps 39 parties, & à chaque temps ſuivant toujours deux parties moins, de ſorte qu'on aura de cette maniere une Horloge d'eau ou Clepſidre.

§. 754. Tout ce que nous venons d'expoſer mathématiquement, ne s'accorde pas éxactement avec ce qui ſe paſſe dans la nature, mais ſeulement à-peu-près, parce que nous n'avons pas compris dans notre raiſonnement toutes les circonſtances qui ſurviennent en pareil cas. En effet, lorſque les parties du liquide s'écoulent par les trous, elles ſe trouvent expoſées à un frottement contre les parois des trous, ce qui les retarde dans leur mouvement ; mais celles qui ſe rencontrent au milieu dans le temps de leur écoulement, ne ſont pas ſujettes ni à ce frottement ni à ce retardement, d'où il arrive que le liquide s'écoule par les trous avec une vîteſſe inégale. Les parties intermédiaires qui s'échappent avec le plus de rapidité, tiennent un peu par leur vertu attractive aux parties latérales, qui ſe meuvent plus lentement : ces parties latérales reçoivent plus de vîteſſe des autres, qui ſe trouvent au-contraire un peu arrêtées, & par conſequent retardées dans leur paſſage par celles qui s'écoulent plus lentement, ce qui eſt cauſe qu'il paſſe par les trous moins de liqueur que nous ne l'avons déterminé ci-deſſus. De-plus, la liqueur qui s'écoule reçoit un mouvement un peu oblique, cauſé par la preſſion latérale des parties voiſines ; & comme cela arrive de tous les côtés de la colomne qui s'écoule, elle devient plus mince à quelque diſtance au-deſſous du trou, c'eſt-à-dire, ſon diamétre devient plus petit. L'expérience a fait voir à Monſieur Newton, que lorſqu'il y a un trou dans une plaque plate, ce diamétre de la Colomne amoindri au-deſſous du trou, étoit au diamétre du trou, comme 5 à 6, ou $5\frac{1}{2}$ à $6\frac{1}{2}$ à-peu-près ; & il trouva, que lorſqu'on vouloit meſurer au juſte, combien il s'écouleroit de liqueur par un trou donné, on devoit compter, comme ſi la largeur du trou du fond avoit un diamétre égal au diamétre amoindri de la colomne, & qu'on devoit prendre la hauteur de toute la colomne, depuis la ſurface de l'eau du vaſe juſqu'à l'endroit où l'on voyoit ce diamétre amoindri.

§. 755. Monſieur Polenus a fait auſſi pluſieurs expériences de cette nature. Il prit pour cet effet un vaſe, que l'on tenoit toujours également plein d'eau, il appliqua ſur les côtés en-bas divers tuyaux de figure conique, d'autres tuyaux cilindriques, & employa auſſi dans cette occaſion des

des plaques plates percées de trous. Tous ces tuyaux & ces plaques étoient percés de trous, qui avoient d'un côté le même diamétre, ce qui n'empêcha pourtant pas qu'il n'y eût de la différence dans la quantité de la liqueur qui s'écoula, comme nous l'allons voir par ce qui suit. Lorsqu'il prit un tuyau de figure conique, long de 92 lignes, dont la base la plus large fut appliquée au vase, & qui avoit 42 lignes de diamétre, mais dont l'ouverture antérieure avoit un diamétre de 26 lignes, on trouva qu'un certain vaisseau, que l'on avoit pris pour mesure, fut rempli par ce tuyau dans le temps de 2′, 57″. Il prit ensuite un tuyau conique, qui, à l'endroit où il se trouvoit appliqué au vase, avoit un diamétre de 35 lignes, & dont l'ouverture antérieure étoit égale à la précédente, ou qui avoit 26 lignes de diamétre; & il arriva que le même vaisseau fut rempli par ce même tuyau en autant de temps que dans le cas précédent. Un autre tuyau de figure conique, dont la base étoit de 60 lignes, & l'ouverture antérieure de 26 lignes, ayant été appliqué au vase, le vaisseau précédent fut rempli dans l'espace de 3 minutes. Le même vaisseau qui servoit de mesure fut rempli en 3′, 4″ par un tuyau conique appliqué au vase, & dont la base étoit de 118 lignes, & l'ouverture antérieure de 26 lignes. Un tuyau rond qui étoit par tout de même largeur, ayant 92 lignes de long, & dont la cavité avoit un diamétre de 26 lignes, remplit la même mesure en 3′, 7″. Une plaque de fer qui avoit une ouverture de 26 lignes de diamétre, remplit le vaisseau dans le temps de 4′, 36″.

§. 756. Comme on voit par ces expériences, que la plus grande quantité de l'eau s'écoule en même temps par des tuyaux coniques d'une figure donnée, il paroît que la vîtesse avec laquelle l'eau s'écoule doit être accélérée par la pression latérale des parties.

§. 757. Lorsqu'on fait bien attention aux rayons d'eau, qui s'écoulent par les côtés d'un vase, on voit souvent, qu'ils ont comme certains nœuds, quelquefois au nombre de trois ou quatre, distans les uns des autres d'un pouce ou davantage, de sorte que le rayon qui s'écoule par l'ouverture est d'abord fort gros, mais il devient plus mince à une petite distance de l'ouverture, ensuite il redevient plus gros, & un peu plus loin de-là il grossit encore, & cette grosseur augmente de nouveau; d'où il paroît que les parties d'un semblable rayon ne se meuvent pas d'un mouvement uniforme.

Si l'on veut en sçavoir davantage sur cette matiere, on doit consulter ce que Messieurs Newton, Guhelmini, Polenus, & s'Gravesande en ont écrit plus au long.

§. 758. Ce que nous venons d'exposer nous conduit aussi à la connoissance des fondemens de l'*Hidraulique*; car soit que les fluides coulent par des ouvertures d'une grandeur donnée ou par des canaux de même largeur, tout devra être de même à l'égard de la liqueur qui s'écoule, si les résistances ne sont pas différentes dans les deux cas; c'est pourquoi il ne nous reste plus qu'à examiner ce que nous avons dit de l'écoulement des liqueurs

liqueurs par des trous. Mais la Physique nous apprendra ici, que les expériences ne s'accordent en aucune maniere avec le calcul; puisque quand un liquide coule par un long canal, il ne cesse d'être sujet à un violent frottement contre les parois du canal. S'il ne survenoit d'autre inconvénient que le frottement, on ne laisseroit pas de pouvoir déterminer assez facilement combien il s'écouleroit de liqueur d'un vase qui resteroit toujours plein, dans un temps déterminé, par un tuyau qui auroit un orifice d'une largeur donnée. Ou bien si l'on avoit deux hauts tuyaux droits, qui feroient écouler l'eau d'un vaisseau qui resteroit toujours plein, on pourroit trouver quel devroit être le diamétre des tuyaux, afin qu'ils fournissent de l'eau dans une proportion requise, en supputant en même temps l'action du frottement. En effet, que l'on donne au diamétre d'un tuyau le nom de a, & que l'on appelle x le diamétre d'un autre tuyau, dont on doit chercher la largeur : on veut que la quantité d'eau qui coule par le premier tuyau, soit à celle du second tuyau comme b est à c; le frottement de l'eau contre les parois de ces tuyaux, est comme la grandeur de leurs surfaces, c'est-à-dire, comme la circonférence de la largeur ou comme leurs diamétres, & par consequent le frottement dans ces tuyaux est comme a à x. Maintenant, si on recherche par l'expérience à quoi se réduit par le frottement la diminution de la quantité du liquide qui s'écoule par le tuyau, dont le diamétre est a, & que l'on nomme cette quantité n, en posant $a, x :: n . \frac{nx}{a}$, on aura $\frac{nx}{a}$, qui est la diminution de la quantité du liquide qui coule par l'autre tuyau x; mais les quantités des liquides, qui coulent par des trous ronds ou par des tuyaux, sont comme les quarrés des diamétres des tuyaux, lorsqu'on n'a pas égard au frottement, de sorte qu'elles seroient comme aa & xx; mais si l'on a égard au frottement, elles seront en coulant par le tuyau donné $aa - n$, par l'autre tuyau $xx - \frac{nx}{a}$. Maintenant, on veut que les quantités de ces liqueurs qui s'écoulent, soient entr'elles en raison de b à c, c'est pourquoi on pose $aa - n, xx - \frac{nx}{a} :: b, c$; & en multipliant les deux quantités moyennes & extrêmes l'une par l'autre, on aura $aac - cn = bxx - \frac{bnx}{a}$. En les divisant par b, & en ajoutant de chaque côté $\frac{nn}{4aa}$, on aura $aac - cn + \frac{nn}{4aa} = xx - \frac{nx}{a} + \frac{nn}{4aa}$, & en tirant de-là la racine, on aura

$$\sqrt{\frac{aac - cn}{b} + \frac{nn}{4aa}} = x - \frac{1}{2}\frac{n}{a}; \text{ ainsi } x = \frac{1}{2}\frac{n}{a} + \sqrt{aac}$$

$\sqrt{\frac{aac-cn}{b}+\frac{nn}{4aa}}$ ℔. Mais le frottement n'eſt pas la ſeule choſe qui empêche le libre écoulement des liquides, car il ſe rencontre peu de cas, où l'on ait des tuyaux qui ſoient éxactement droits, & il s'en trouve un grand nombre, où il y a réſiſtance dans des tuyaux recourbés, & ce nombre accroît lorſque les canaux ont pluſieurs courbures : les parties ſouffrent donc une grande réſiſtance par les côtés vers leſquels elles ſont portées ; ces obſtacles ſont cauſe qu'il s'écoule par les canaux beaucoup moins de liqueur qu'il devroit s'en écouler ſuivant le calcul. Le grand Philoſophe Monſieur Deſaguliers a obſervé, qu'il s'écouloit $\frac{11}{12}$ moins d'eau par un tuyau, long de 1000 aunes d'Angleterre, qu'il auroit dû s'en écouler ſuivant les régles qui ont été établies par Monſieur Mariotte. L'expérience nous apprend auſſi, que lorſqu'il reſte de l'air dans les courbures des tuyaux, cela retarde ſi fort l'écoulement de l'eau, qu'il s'en écoule $\frac{21}{22}$ fois moins, qu'il devroit s'en écouler. Cette obſervation nous apprend en même temps, pourquoi un peu d'air ſoufflé dans les veines de quelqu'animal vivant, le fait mourir ſur le champ, comme ſi on avoit verſé dans ſon Corps le poiſon le plus violent ; car cet air bouche dans l'inſtant les vaiſſeaux ſanguins, & s'oppoſe avec beaucoup de force au cours du ſang, dont le mouvement s'arrête ſur le champ.

Nous voyons donc par ce petit nombre d'obſervations, que l'Hidraulique eſt une ſcience ſujette à de grandes difficultés, on n'y a encore fait juſqu'à préſent que fort peu de progrès ; elle ſeroit cependant d'une très-grande utilité, parce qu'elle répandroit un grand jour ſur les Loix ſuivant leſquelles le ſang circule dans le Corps animal, qui n'eſt composé que de vaiſſeaux courbés en une infinité de manieres. Il eſt à craindre, que nous ne puiſſions parvenir bien-tôt à une parfaite connoiſſance de ce qui concerne cette Science, parce qu'il faut faire auparavant un grand nombre d'obſervations & d'expériences.

§. 759. Si un liquide coule par un canal de figure conique S A B X, Pl. XI.
toujours également plein, depuis l'extrémité la plus étroite A B, juſqu'à Fig. 15.
la plus large S X, & qu'il ſoit rempli en A B par une cauſe qui agiſſe toujours avec la même force ; ce liquide coulera avec le plus de rapidité près de l'extrémité la plus étroite A B, & le plus lentement près de l'extrémité la plus large S X. En effet, comme la cauſe qui agit toujours avec la même force, pouſſe par A B une égale quantité de liquide en temps égaux, ce canal conique ſera rempli en temps égaux de parties égales entr'elles, comme A B C D, E C F D, G E F H, I G H K ; mais plus ces parties s'approchent de S X, plus le canal dans lequel elles coulent a de diamétre, & elles ne ceſſeront par conſequent d'avoir toujours moins de hauteur, comme A L, L M, M O, O P ; & parce que la vîteſſe du liquide eſt comme cette hauteur de chaque ſegment, le mouvement le plus rapide ſe fera proche du plus grand ſegment A L, & elle

elle diminuera toujours d'autant plus, que le liquide s'élevera plus haut vers S X.

§. 760. Le liquide n'agit que foiblement contre les côtés d'un canal de cette nature, si ce n'est par son propre poids, en tant qu'il s'écoule latéralement. La cause qui remplit ce canal, n'a besoin que d'une force médiocre, puisqu'il suffit qu'elle puisse élever une colomne du liquide, dont la base est A B, & dont la hauteur est l'élévation perpendiculaire du canal qui est marqué ici par A Z. Si donc l'orifice A B est fort petit, la moindre force suffira pour remplir un canal de cette nature.

§. 761. Les veines du Corps animal sont comme autant de semblables canaux coniques, dans les endroits où elles naissent des extrémités des artéres. Ce sont les artéres qui remplissent les veines, & le sang y coule de l'extrémité la plus étroite A B jusqu'à la plus large S X, c'est-à-dire, jusqu'au cœur. Il paroît donc clairement par ce que nous avons démontré, que la moindre force suffit, pour pousser le sang des extrémités les plus étroites vers les plus larges, c'est-à-dire, vers le cœur. On voit encore avec quelle vîtesse le sang doit se mouvoir, selon que le diamétre des artéres est plus ou moins grand. L'endroit où il doit se mouvoir avec le plus de rapidité, c'est à l'origine des veines. Ne voit-on pas en effet à l'aide du Microscope, que dans les animaux vivans le sang y circule dans ces vaisseaux avec une fort grande vîtesse ? Nous apprenons encore de-là, comme à l'aide de la moindre force extérieure, les remédes, que l'on applique extérieurement sur le Corps, peuvent pénétrer dans les vaisseaux absorbans & s'introduire dans le sang.

Pl. XI. Fig. 15. §. 762. Si il se trouve un Corps étranger R dans le liquide qui coule dans ce canal conique, étant emporté directement en-haut avec le liquide, il n'agira pas contre les côtés du canal, si ce n'est dans les endroits où il est poussé contre quelque courbure : d'où nous apprenons aussi, que les remédes qui sont dans notre sang, n'agissent qu'avec peine contre les parois des veines. Le Corps R est porté en-haut dans la section la plus étroite A C B D, avec plus de rapidité que n'est porté le liquide dans le segment suivant C E F D ; par consequent ce Corps R pourra agir sur le liquide C E F D, & ainsi de suite sur les autres parties plus élevées ; mais il sera retardé par la résistance du liquide, ce qui aura toujours lieu de plus en plus dans les segmens plus élevés, de sorte qu'il se mouvra enfin avec la même lenteur avec laquelle le liquide est porté. Nous voyons par-là, que les remédes peuvent agir sur le liquide des veines, sur tout si ils sont fort massifs & pesans.

Pl. XI. Fig. 15. §. 763. Si le liquide est porté dans un canal conique, de l'extrémité la plus large vers la plus étroite, & qu'il soit toujours rempli par une cause qui agisse toujours également, ce liquide sera porté vers le sommet, d'un mouvement accéléré, puisque la même quantité de liquide doit passer par des segmens égaux du cone : ces segmens sont des hauteurs inégales ; car si le liquide doit couler de S X vers A B, il faut retrancher des parties égales, comme I G H K, G E F H, E C D F, C A B D, dont les

les hauteurs sont PO, OM, ML, LA ; & comme ces parties égales sont portées dans le canal en temps égaux, le liquide aura d'abord la vîtesse PO, ensuite la vîtesse OM, puis ML, & enfin LA, de sorte qu'elle coulera avec d'autant plus de vîtesse qu'elle s'approchera davantage de l'extrémité AB.

§. 764. La cause, qui fait avancer ce liquide, doit être extrêmement forte, & même si forte qu'elle puisse élever une colomne égale en hauteur à la longueur du cone ZA, & dont la base est égale à l'extrémité la plus large du canal SX.

§. 765. C'est ainsi que coule le sang dans le Corps animal par les Artéres, car leur diamétre est plus grand proche du cœur qu'ailleurs, & elles perdent continuellement de leur diamétre à mesure qu'elles s'en éloignent davantage. La cause, qui presse & fait avancer le sang qui circule dans ces artéres, n'est autre chose que le cœur, & la contraction de ces vaisseaux élastiques.

§. 766. Tout ce liquide est porté contre les parois du canal, c'est pourquoi il agit sur eux en les dilatant. Si par consequent il se trouve un Corps étranger R dans ce liquide, il ira se choquer contre les parois : d'où il paroit, que les remédes introduits dans notre sang, peuvent agir sur les parois des artéres ; & que plus ils seront pointus, aigus, tranchans, ou qu'il seront plus pesans & plus épais que le sang, plus aussi ils dilateront ces vaisseaux, les pousseront en dehors, les piqueront, produiront en eux un mouvement plus rapide ou plus fort, les diviseront, & les couperont, selon leur différente figure & leur nature.

CHAPITRE XXIII.

Des Jets d'Eau.

§. 767. ON appelle *Jet*, *Filet*, ou *Rayon*, une colomne d'eau, poussée en-haut avec violence par l'ouverture d'un tuyau, qui est recourbé vers en-haut ; car si l'eau n'en sort qu'avec peu de force, & qu'elle ne s'éleve qu'avec peine, on ne lui donne pas le nom de Jet, mais celui de *Source*. Comme les fontaines sont d'un grand usage, & fort agréables à la vuë, & que les jets méritent beaucoup d'attention, nous allons en exposer les fondemens.

§. 768. Comme les liquides s'écoulent par le trou du fond d'un vase avec la même rapidité, qu'auroit reçuë un Corps pesant, qui seroit tombé de la hauteur du liquide jusques dans le fond du vase ; & comme les Corps pesans acquierent dans leur chute une vîtesse, avec laquelle ils peuvent remonter jusqu'à la même hauteur dont ils sont descendus, suivant le §. 229, le liquide pourra aussi remonter avec la vîtesse, avec

laquelle il s'eſt écoulé par le fond du vaſe, juſqu'à la même hauteur qu'il a dans le vaſe, ſi l'on dirige ſon mouvement en-haut.

§. 769. Cela pourra ſe faire, ſi l'on tourne en-haut la partie inférieure & recourbée du canal ou tuyau, par lequel la liqueur ou l'eau s'écoule, en ſorte que l'ouverture du jet regarde en-haut; car l'eau, qui répond à l'ouverture, ſera pouſſée en-haut par celle dont elle eſt ſuivie.

§. 770. Si l'ouverture, par laquelle l'eau doit s'écouler, eſt auſſi large que le tuyau même, l'eau ne s'élevera pas à la même hauteur, à laquelle nous avons dit au §. 768, qu'elle devroit s'élever, mais elle reſtera beaucoup plus bas. On doit attribuer ce Phénoméne à la vertu attractive de l'eau, qui s'attache fortemnt aux parois du tuyau, ce qui l'empêche de deſcendre librement. De plus, l'eau eſt ſujette à un frottement conſidérable contre les parois du tuyau, parce qu'auſſi-tôt qu'elle doit être miſe en mouvement, elle devroit dans le temps d'une ſeconde deſcendre de la hauteur de 15 pieds dans le tuyau, ce qui eſt une grande vîteſſe, d'où il arrive qu'elle ſe trouve expoſée dans ſa chute à un frottement conſidérable. Ces deux obſtacles retardent donc beaucoup la chute de l'eau, & empechent par conſequent le jet de pouvoir s'élever juſqu'à la hauteur à laquelle il devroit monter.

§. 771. Mais ſi l'on ſuppoſe que le diamétre du tuyau reſte le même, & que celui de l'ouverture du jet ſoit moindre qu'auparavant, l'eau s'élevera beaucoup plus haut, que dans le cas précédent. En effet, l'eau ne ſe trouve plus alors dans la néceſſité de deſcendre ſi ſubitement, & par conſequent ſes parties ne ſeront pas ſujettes à un ſi grand frottement contre les parois du tuyau.

§. 772. Quoique l'ouverture du jet ſoit plus étroite que celle du tuyau, cependant le jet perpendiculaire ne montera jamais à la même hauteur de la ſuperficie de l'eau dans le reſervoir, & cela pour pluſieurs raiſons.

Premierement: Parce que les particules de l'eau venant à ſortir par l'ouverture du jet, ſe trouvent expoſées à un frottement conſidérable contre les parois de cette ouverture, ce qui ne retarde pas peu leur mouvement. Les particules d'eau, qui s'échappent par le milieu de l'ouverture, ne ſont pas ſujettes à ce retardement; mais comme elles ſont adhérentes aux autres particules latérales, qui ne ſe meuvent que lentement, elles les emportent en quelque ſorte avec elles, d'où il arrive qu'elles accélerent effectivement leur mouvement, mais elles ſe trouvent elles-mêmes retardées dans leur courſe, en leur communiquant plus de vîteſſe.

En ſecond lieu: L'eau ſe trouve expoſée au frottement dans tout le trajet du tuyau, & ne deſcend pas par conſequent avec toute la vîteſſe requiſe, de ſorte que venant à s'élancer hors du tuyau avec moins de rapidité, elle ne peut s'élever juſqu'à la hauteur dont nous avons parlé.

En troiſiéme lieu: Lorſque l'eau s'eſt élancée auſſi haut qu'il eſt poſſible, & qu'elle a par conſequent perdu tout ſon mouvement, il faut de néceſſité que ſa peſanteur la faſſe retomber; mais parce que ſa chute eſt perpendiculaire, & que le jet s'éleve auſſi perpendiculairement, il faut que

cette

cette eau supérieure comprime celle qui doit monter, & qu'elle l'empêche par sa pression de pouvoir s'élever jusqu'à la hauteur où elle devroit être. Ces trois causes, que je viens d'alléguer, de la diminution du jet, ont toujours lieu, quand même on feroit une fontaine dans le vuide. Mais si on fait jaillir les fontaines dans l'air, il ne fera pas peu de résistance contre l'eau qui monte, & dont il retarde le mouvement. Cette résistance est si grande, que le jet venant à s'élever avec rapidité, se partage en une infinité de petites goûtes extrêmement menuës, & cesse de former comme auparavant un filet entier. La résistance de l'air seroit moins considérable, si le diamétre du rayon restoit toujours égal à celui de l'ouverture du jet; mais cela n'arrive pas, ce rayon se disperse & s'étend en forme de cone, & plus il monte, plus il se dilate, son diamétre devenant quelquefois en-haut 4, 5, & même 6 fois plus grand, que n'est celui de l'ouverture: c'est pour cela que le jet doit soulever une grande & large colomne d'air, d'où il arrive qu'il perd beaucoup de son mouvement, & qu'il s'éleve avec moins de rapidité.

L'air même, qui entoure les parties latérales du rayon, forme une espéce de canal ou tuyau, qui cause un frottement, & fait obstacle au mouvement. On voit donc clairement, qu'il se rencontre plusieurs causes, qui empêchent que le jet ne s'éleve jusqu'à sa hauteur.

§. 773. On peut en quelque sorte empêcher, que l'eau superieure du jet, laquelle vient à retomber, ne comprime le jet, si l'on dirige le rayon un peu obliquement, au-lieu de le faire monter perpendiculairement; car l'eau s'éloignera alors du jet en descendant, elle ne le comprimera plus & elle tombera à côté. Le fameux Torricelli Auteur de cette découverte, a montré que, pour faire monter un jet, on devoit le diriger un peu obliquement, & non perpendiculairement, ce qui est effectivement vrai. Ce que nous venons de dire se confirme encore par une autre observation, lorsqu'on fait jaillir perpendiculairement un rayon; car si l'on bouche d'abord l'ouverture avec le doigt, & qu'on l'en retire ensuite promptement, en remarquant quelle est la hauteur à laquelle la premiere eau s'éleve, on trouvera qu'elle monte beaucoup plus haut que celle dont elle est suivie; la raison en est, que la premiere eau qui jaillit, ne rencontre dans son passage aucune autre eau, qui retombe sur elle & qui la comprime. La différence qui se trouve entre la hauteur d'un jet, qui s'éleve perpendiculairement, & celle d'un rayon qui monte un peu obliquement, est beaucoup plus grande qu'on ne se l'imagine. Il faut cependant avouer qu'un jet, qui s'élance perpendiculairement, est quelque chose de bien plus agréable à la vuë. En effet, l'eau qui retombe sur le jet, offre sans cesse un spectacle des plus agréables, tantôt elle fait monter ce jet fort haut, tantôt elle le tient fort bas, une autre fois elle le dilate & l'élargit par en-haut, en jettant sur les côtés de grosses ampoulles d'eau, enfin elle offre à chaque instant de nouveaux changemens qui font plaisir à voir; au-lieu que l'eau qui forme un jet oblique, lorsqu'elle s'éleve, n'a rien de varié & fait toujours paroitre les mêmes Phénoménes.

§. 774. Perſonne ne nous a donné de meilleures régles touchant les jets d'eau, que Monſieur Mariotte, qui a fait pluſieurs expériences, & nous a conſervé d'excellentes remarques ſur cette matiere. Il nous a appris de quelle maniere on doit diriger les tuyaux, quel diamétre ils doivent avoir par rapport à celui de l'ouverture du jet, quel doit étre auſſi le diametre des jets qui ont le plus de largeur, & pluſieurs autres belles obſervations de cette nature. Nous allons donc tirer de ſon Ouvrage ce qu'il nous a laiſſé de plus remarquable ſur cet article.

§. 775. Plus le canal, par lequel l'eau coule, eſt large par rapport à à l'ouverture dont elle ſort, plus le jet s'éleve davantage.

Cela eſt fondé en raiſon ; car plus le canal, par lequel l'eau paſſe, a de largeur par rapport à l'orifice du jet, moins eſt grande la vîteſſe avec laquelle l'eau doit ſe mouvoir dans le canal, & moins auſſi elle ſe trouve ſujette au frottement. En effet, en poſant des vîteſſes égales, le frottement eſt en raiſon des diamétres des canaux. Mais la largeur du canal a ſes bornes, au-delà deſquelles une largeur plus conſidérable ne contribueroit plus rien à la hauteur du jet ; & c'eſt ce qui arrive, lorſqu'on ne remarque plus aucune différence ſenſible entre les vîteſſes, avec leſquelles l'eau eſt portée dans différens tuyaux, & qu'il ne ſe rencontre plus par conſequent aucune différence entre le frottement de l'eau contre les parois des canaux. C'eſt pourquoi, quant à ce qui regarde l'ouverture & la hauteur du jet, il ſuffit que le diamétre du tuyau ſoit d'une certaine grandeur. Voici quelles ſont les expériences, par leſquelles nous apprenons, que plus les canaux ſont larges par rapport à leur ouverture, plus l'eau s'éleve à une hauteur conſidérable. Lorſque le réſervoir avoit 26 pieds de haut 1 pouce, au-deſſus de l'ouverture du jet, & que le diamétre de cette ouverture étoit de 6 lignes, le jet s'élevoit juſqu'à la hauteur de 24 pieds & 2 ou 3 pouces : mais lorſqu'on venoit à augmenter la grandeur de l'ouverture, en lui donnant un diamétre de 10 lignes, ſans rien changer au reſte, le jet ne montoit que juſqu'à la hauteur de 23 pieds 9 pouces. On fit un réſervoir de 35 pieds de haut, & ayant donné 15 lignes de diamétre à l'ouverture du jet, il monta juſqu'à la hautenr de 27 pieds ; mais lorſqu'on réduiſit l'ouverture à un diamétre de 4 lignes, le jet monta juſqu'à la hauteur de 30 pieds. L'ouverture du robinet, avec lequel on ferme le canal, doit étre auſſi large que le canal même, autrement ce ſeroit la même choſe que ſi on eût fait le canal plus étroit.

§. 776. Plus les ouvertures du jet ſont larges, plus ce jet s'éleve, ſi les caneaux ſont aſſez larges.

En effet, lorſque des jets fort déliés doivent fendre l'air avec une grande rapidité, ils ſont d'abord rompus par la réſiſtance de l'air, qui diſperſe leurs parties & les réduit en une eſpéce de petite pluye, ce qui n'arrive pas aux gros rayons, qui fendent l'air comme ſi ils étoient des Corps ſolides, & y pénétrent avec beaucoup plus de facilité. C'eſt pour cette raiſon qu'on ne ſçauroit jamais faire monter fort haut des filets fort menus

&

& déliés. Ayant fait jaillir l'eau par une petite ouverture, qui n'étoit pas plus large que le diamétre d'une épingle médiocre, il me fut impossible de former un rayon avec une si petite quantité d'eau, qu'elle eût dû s'élever jusqu'à la hauteur de 25 pieds; mais cette eau, au-lieu de monter sous la forme d'un jet, se rompit sur le champ & se dispersa en maniere de petite pluye, qui ne put s'élever à la hauteur de 12 pieds. De plus, les jets qui passent par des conduits larges, sont moins sujets au frottement, que ceux qui passent par des canaux étroits, puisque le frottement du jet est comme la circonférence de l'ouverture, c'est-à-dire, comme son diamétre; mais la quantité d'eau est comme le quarré du diametre: partant si le diamétre d'une ouverture est double du diamétre de l'autre ouverture, le frottement sera comme deux à un, mais la quantité d'eau sera comme quatre à un; par consequent, la même quantité d'eau a dans le premier cas une fois moins de frottement que dans le second cas. Il paroit cependant, qu'il n'est pas possible de faire les rayons aussi gros qu'on souhaiteroit. Pour faire voir, que plus les ouvertures du jet ont de diamétre, plus ce jet s'éleve à une hauteur considérable, il est bon de faire attention aux observations suivantes. Lorsque le réservoir étoit de la hauteur de 26 pieds & 1 pouce, & que le diamétre de l'ouverture du jet, étoit de 10 lignes, l'eau montoit jusqu'à la hauteur de 23 pieds 9 pouces; mais lorsque le diamétre de l'ouverture ne se trouvoit que de 3 lignes, l'eau ne s'élevoit pas si haut, car elle ne montoit alors que jusqu'à la hauteur de 22 pieds. Cependant, l'eau qui tombe sur un gros rayon, peut y rester suspenduë beaucoup plus long-temps, avant de tomber à côté, que sur un rayon mince & délié, & sans ce nouvel obstacle, un gros rayon pourroit encore s'élever beaucoup plus haut.

§. 777. Lorsque les jets montent haut, il faut couvrir l'ouverture du tuyau recourbé, d'où l'eau sort, avec une lame plate, qui ait au-milieu un trou par lequel l'eau puisse passer. On doit préferer cette lame à un petit tube fait en maniere de cone, large par en-bas, étroit par en-haut, & par lequel on fait jaillir l'eau, en l'emboitant avec la partie supérieure du tuyau recourbé: car les parties de l'eau se trouvent exposées à un grand frottement & à une grande résistance dans le conduit de ce petit tube, contre les parois duquel elles sont portées; au-lieu que ce frottement & cette résistance sont beaucoup moindres, lorsque l'eau sort par le trou dont la lame est percée. Le jet monte aussi beaucoup plus haut par le trou d'une lame, & il paroît en même-temps fort uni & transparent, au-lieu qu'en passant par le petit tube, il n'est ni uni, ni transparent, & il ne s'éléve qu'avec un mouvement irrégulier & inégal. Monsieur Mariotte a trouvé, qu'un jet qui part d'un petit tube, fait en maniere de cone, ne s'éléve que jusqu'à la hauteur de 12 pieds; mais que lorsqu'il sort par le trou d'une petite lame, il s'éleve jusqu'à la hauteur de 15 pieds. J'ai observé que, quand le jet ne doit pas s'élever fort haut, & seulement jusqu'à la hauteur de 2 ou 3 pieds, un petit tube conique, ou une petite lame posée sur l'ouverture du tuyau recourbé, ne pro-

duisoit

duisoit aucune différence dans la hauteur du jet, quoiqu'on en remarquât alors dans les rayons qui montoient plus haut.

§. 778. Je vais marquer ici, jusqu'à quelle hauteur on doit élever un réservoir, lorsqu'on veut avoir un jet d'une certaine hauteur, & cela selon les découvertes de Monsieur Mariotte.

Hauteur du jet. Pieds.	Hauteur que l'on doit donner au Réservoir. Pieds.	Pouces
5	5	1
10	10	4
15	15	9
20	20	16
25	25	25
30	30	36
35	35	49
40	40	64
45	45	81
50	50	100
60	60	144
70	70	196
80	80	256
90	90	324
100	100	400.

CHAPITRE XXIV.

Des Corps solides plongés dans les Liquides, & de leur Pesanteur spécifique.

§. 779. Pour bien comprendre cette matiere, on doit se rappeller ce qui a été dit §. 37 de la *Densité* & de la *Rareté* des Corps. La densité est la quantité de matiere contenuë dans l'étenduë du Corps; de sorte qu'on dit, qu'un Corps est deux ou trois fois plus dense qu'un autre, lorsqu'il contient deux ou trois fois plus de matiere sous un égal voulume ou étenduë.

§. 780. La pesanteur d'un Corps, comparée avec celle d'un autre Corps, qui a le même volume, est connuë sous le nom de *Pesanteur spécifique.*

Comme tout ce qui est solide dans l'étenduë d'un Corps, & qui produit sa densité, est pesant, la densité & la pesanteur seront en même raison: c'est pourquoi un Corps, qui est deux fois plus dense qu'un autre, aura aussi deux fois plus de pesanteur spécifique.

§. 781. Si les deux Corps A & B différent entr'eux en densité & en volume, la quantité de matiere en A sera à celle, qui est en B, en raison composée de la densité en A à celle de B, & du volume de A à celui de B.

Soient

Soient les trois Corps A, C, B, dont les diverses quantités de matiere soient nommées Q q r; que les volumes des Corps A & C soient égaux, & qu'on les appelle V; que le volume du Corps B soit nommé v, qu'on appelle D la densité du Corps A, & que celle des deux Corps également denses C & B, soit appellée d: alors la quantité de matiere en A sera à celle en C, comme la densité en A est à la densité en C, parce que les volumes sont égaux, c'est-à-dire, Q, q : : D, d. La quantité de matiere en C sera aussi à celle en B, comme le volume de C est au volume de B, parce que les densités sont ici les mêmes, c'est-à-dire, q, r : : V, v. Maintenant, si l'on multiplie l'une par l'autre les grandeurs, qui forment ces deux proportions, on aura Q q. q r : : D V. d. v. Ensuite en divisant les deux premieres grandeurs Q q, q r, par la même grandeur q, la proportion restera la même, & on aura Q, r : : D V, d v; c'est-à-dire, la matiere de A sera à celle de B, comme la densité de A multipliée par son volume, est à la densité de B, multipliée par son volume.

§. 782. Maintenant, les mêmes proportions étant posées, Q r : : DV, d v, multiplions les deux grandeurs extrêmes & moyennes l'une par l'autre, & on aura alors Q d v = r D V, que l'on pourra encore ordonner en une autre proportion, en sorte que l'on aura, d, D : : V r : Q v. c'est-à-dire, les densités des Corps sont en raison composée de la quantité de la matiere & de la raison inverse des volumes.

§. 783. On peut encore ordonner la proportion suivante d'une autre maniere, sçavoir v. V : : r D, Q d; c'est-à-dire, les volumes sont en raison composée de la quantité de la matiere & de la raison inverse des densités.

§. 784. Parce que les poids des Corps sont comme les quantités de la matiere, on peut prendre les poids pour les quantités de la matiere : donnons aux poids les noms de P & p & alors au lieu de poser Q, r, on pourra à présent poser P, p. Maintenant parce que Q, r : : D V. d v. on aura P p, : : D V. d v.

§. 785. Par consequent, si les poids sont égaux, D V sera égal à d v; & en posant les deux grandeurs en proportion, on aura D, d : : v V. c'est-à-dire, les densités seront en raison inverse des volumes, lorsque deux Corps auront le même poids.

§. 786. Comme les densités des Corps sont comme leurs pesanteurs spécifiques; suivant le §. 780, les pesanteurs spécifiques seront en raison inverse des volumes, lorsque les poids de deux Corps seront éganx.

On doit tâcher de bien faire comprendre ces principes généraux, parce que ce qui suit est fondé la-dessus & en découle d'une maniere évidente.

§. 787. Les Corps solides, que l'on plonge dans les liquides, sont ou de même pesanteur que le fluide, ou d'une plus grande pesanteur, ou d'une moindre. C'est en suivant cet ordre que nous allons examiner ces trois cas.

§. 788. Si le Corps solide A est de même pesanteur spécifique, que le liquide dans lequel on le plonge, il restera en repos sous la surface de

ce liquide, quelque soit l'endroit dans lequel on puisse le placer.

Pl. XI. Fig. 16. Concevons le liquide dans le vase BCDE, divisé en colomnes, égales à celle dans laquelle se trouve le Corps A, & qui en est une partie, comme en B C, Z X, E D; alors la partie Z A de la colomne Z X, qui est au-dessus de A, sera aussi pesante que la partie égale contiguë B F de la colomne B C : de cette maniere AX pesera autant que la partie égale FK, & Q X pesera aussi autant que K C. La même chose aura lieu dans toutes les autres colomnes; par consequent toute la colomne Z X, qui pese autant que B C, fait autant effort pour descendre, qu'elle est poussée en-haut par B C : elle ne pourra donc ni descendre, ni monter; & parce que toutes les parties égales des deux colomnes pesent également, autant que le Corps A X tend à descendre, autant est-il repoussé en-haut par la colomne F K. Comme cela a lieu dans tous les endroits du liquide, où l'on puisse placer le Corps A, aucune partie de ces colomnes ne montera, ni ne descendra; il en sera aussi par consequent de même à l'égard du Corps A, qui devra rester en sa place sans se mouvoir.

§. 789. Cette Loi de l'Hydrostatique démontre invinciblement, qu'il y a du vuide dans la nature, & qu'il n'y a point d'air subtil : car, si cet air subtil éxistoit, il devroit boucher tous les pores des Corps, & même circuler tout autour d'eux. Comme ce qui est matiere, pese, suivant le §. 202, tous les Corps devroient avoir la même pesanteur spécifique que cet air subtil, & ils ne pourroient par consequent ni monter dans cet élément, n'y s'y affaisser; mais par-tout où ils se trouveroient placés, ils y resteroient sans aucun mouvement, de la même maniere que le Corps A demeure en repos dans le liquide BCDE : Or cela ne s'accorde en aucune maniere avec les phénoménes, que l'on observe dans les Corps pesans, car une pierre élevée dans l'air au-dessus de la terre, & que l'on vient ensuite à lâcher, ne manque jamais de retomber en-bas.

§. 790. Le Corps A demeure donc en équilibre dans le liquide du vase B C D E, & la même puissance qui aura la force de séparer les parties de ce fluide, pourra aussi le faire monter, ou descendre, & le mouvoir latéralement, perpendiculairement & obliquement, il pourra enfin lui donner toute sorte de directions imaginables.

On peut comprendre par-là, pourquoi un seau de bois plein d'eau, plongé sous l'eau, peut être attiré par la moindre force jusqu'à la superficie de l'eau, car il est ou entierement, ou presque en équilibre avec l'eau.

Pl. XI. Fig. 16. §. 791. Si on suspend le Corps A à une balance, avant que d'avoir été plongé dans le liquide, & qu'on le mette en équilibre, il paroîtra avoir perdu toute sa pesanteur, lorsqu'on l'aura plongé dans le liquide. Car autant que A tend en-bas par sa pesanteur, lorsqu'il est dans le liquide, autant est-il élevé par le liquide F K; c'est pourquoi il ne peut descendre, ni pousser en-bas comme auparavant le bras de la balance, c'est-à-dire, il paroît avoir perdu sa pesanteur : il ne l'a cependant pas perduë, puisqu'il tend autant en-bas, que la colomne contiguë & de même grandeur F K tend en-haut par sa pesanteur. Le vase plein de liqueur, dans

dans lequel A eſt ſuſpendu, devient d'autant plus peſant, que le Corps A peſe davantage, puiſqu'il n'importe que l'on plonge le Corps A dans le vaſe, ou qu'on y verſe autant de liqueur que le Corps A occupe de place, car ces deux Corps peſent également, comme je le ferai voir au §. 804.

§. 792. Si le Corps A eſt poſé ſi juſte ſur le fond du vaſe X, qu'aucune goute de liqueur ne puiſſe s'inſinuer entre A & X, alors A ne pourra être élevé, que par une puiſſance qui puiſſe ſoulever le poids de toute la colomne ZX, par laquelle le Corps eſt comprimé.

En effet, le Corps A fait dans ce cas partie du fond du vaſe, lequel ſe trouve comprimé par toute la colomne ZX, qui repoſe deſſus, ſuivant les §. 706 & 713.

§. 793. Tout ce que nous avons démontré juſqu'à préſent touchant le Corps A, aura auſſi lieu, ſi A eſt un liquide de même peſanteur ſpécifique que le fluide dans lequel il eſt placé, comme cela ſe remarque à l'égard des goutes de diverſes huiles, que l'on verſe dans le vin. Mais paſſons à l'éxamen du ſecond cas.

§. 794. Si le Corps A, a une peſanteur ſpécifique plus grande que le liquide dans lequel il eſt placé, il s'enfoncera dans ce liquide, juſqu'à ce qu'il tombe au fond du vaſe. Pl. XI. Fig. 16.

Comme les deux colomnes du liquide ZA, & QX ſont en équilibre avec les colomnes voiſines de même grandeur BF, & KC, mais que la portion du milieu FK eſt moins peſante que AQ, FK ne peut ſoûtenir AQ; par conſequent AQ s'affaiſſera & élevera FK, & comme cela a lieu dans tous les endroits du liquide où AQ puiſſe ſe trouver, il faudra que AQ tombe juſqu'au fond.

§. 795. La même choſe aura auſſi lieu, ſi, au-lieu du Corps ſolide A, on prend un fluide, pourvu cependant que les deux fluides ne ſe mêlent pas l'un avec l'autre.

§. 796. On a ſuppoſé à préſent, que le Corps A peſoit plus qu'un égal volume de la liqueur dans laquelle il ſe trouvoit; mais A eſt ſoûtenu, en tant qu'il a une peſanteur égale à la peſanteur du fluide FK: de ſorte qu'il ne s'enfonce dans la liqueur, que par l'excès de ſa peſanteur qui l'emporte ſur celle de FK. C'eſt à cet excès de peſanteur que quelques Philoſophes ont donné le nom de *Peſanteur Reſpective*.

797. Par conſequent, ſi le Corps ſolide A eſt ſuſpendu à un fil ſous la ſuperficie du fluide, & que le fil ſoit ſoûtenu dans le fluide, ou hors du fluide par une puiſſance, il ſuffira que cette puiſſance ſoit égale à la peſanteur reſpective du Corps A, puiſque ce qui reſte du poids ſe trouve ſoûtenu par le fluide même.

§. 798. Il ſemble donc, qu'auſſi-tôt que le Corps A s'eſt enfoncé dans le fluide, il perd autant de ſon poids, que peſe le fluide, ſous un volume égal à A. C'eſt ce que nous allons faire voir par l'expérience ſuivante. On prend un cilindre de cuivre, qui puiſſe s'ajuſter éxactement dans la cavité d'un tuyau, fait en maniere de petit chaudron: on le ſuſpend à

une balance, & au-bas du petit chaudron on ſuſpend à l'aide d'un crin le petit cilindre ; après qu'on a mis tout cela en équilibre, on plonge le petit cilindre dans l'eau, ce qui ôte d'abord l'équilibre, la balance ſe trouvant alors moins chargée de ce côté-là : on emplit enſuite d'eau le petit chaudron, qui en contient une quantité égale à la grandeur du petit cilindre, & alors l'équilibre ſe rétablit ſùr le champ : de ſorte que le petit cilindre paroît avoir perdu dans l'eau autant de ſon poids, que peſe un égal volume d'eau.

§. 799. Plus le liquide, dans lequel le Corps A eſt ſuſpendu, a de peſanteur, plus il paroîtra avoir perdu de ſon poids : car il perd autant de ſon poids, que peſe le liquide dont le volume eſt égal à A. Au contraire, plus le liquide eſt léger, moins le Corps A perdra de ſon poids, & plus il en conſervera.

§. 800. Par conſequent, ſi l'on ſuſpend le Corps A dans divers liquides, on pourra ſçavoir au juſte quelle eſt ſa peſanteur ſpécifique ; car elle eſt toujours comme le poids perdu du Corps A dans les fluides.

L'Expérience nous a appris, qu'il n'y a point de meilleure maniere, pour déterminer la peſanteur des fluides, & nous avons employé cette méthode dans la deſcription que nous avons donné des liquides dans la table ſuivante.

Pl. XI. Fig. 17. §. 801. On ſuſpend une maſſe de verre G, maſſif & de figure ronde, à un crin de cheval, que l'on attache au bas d'un petit plat F : cet appareil, ſuſpendu dans l'air à une balance bien juſte A B, demeure en équilibre avec le poids E, qui eſt fait en maniere de baſſin; on plonge enſuite le Corps de verre G dans la liqueur, dont on veut éxaminer la peſanteur, & ſur le champ le bras B de la balance s'éleve & devient plus léger : on met alors ſur le petit plat F autant de poids qu'il en faut, pour qu'il ſoit remis en équilibre, ce poids mis ſur F eſt la peſanteur de G perduë dans la liqueur ; & par conſequent un volume de liqueur, égal à G, peſe autant que le poids poſé ſur F. Si l'on ſuſpend enſuite le Corps G dans une autre liqueur, & que tout ſoit également chaud, on trouvera auſſi d'abord la peſanteur ſpécifique de cette liqueur.

Pl. XI. Fig. 16. §. 802. Si l'on plonge dans la même liqueur des Corps ſolides de même grandeur, mais de denſité différente, ils perdront tous le même poids. En effet, que tous les Corps ſoient égaux à A, ils perdront alors autant de leur poids, que la liqueur F K eſt peſante. C'eſt ce que nous prouvons par des fils de métal, de plomb, d'etaim, d'argent, de fer, de cuivre, qui ayent éxactement le même diamétre & la même longueur, car après les avoir d'abord peſé dans l'air, & plongé enſuite dans l'eau, la diminution de leurs poids ſera égale.

§. 803. Il ſuit auſſi de-là, que divers Corps ſolides, inégaux en volume & en denſité, perdront dans la même liqueur un poids, qui ſera proportionnel à leur volume. En effet un Corps double de A, doit perdre un poids égal à la peſanteur de deux colomnes de la même liqueur,

qui

qui feroient égales à FK : un Corps triple de A, perdra de fon poids trois fois plus que A ; de forte que la denfité ne fait rien ici, mais feulement le volume des Corps.

§. 804. Cependant fi le vafe BCDE, rempli de liqueur jufqu'à une certaine hauteur, eft mis en équilibre à l'aide d'une balance, & qu'on plonge enfuite dans cette liqueur le Corps A, fufpendu à un fil, le vafe paroîtra alors d'autant plus pefant, que la liqueur pefera davantage fous le volume de A. Pl. XI. Fig. 16.

Comme le Corps A preffe d'autant plus en-bas par fon poids, qu'il eft élevé par un égal volume de liqueur, il faut que le Corps A produife le même effet que fi l'on eût verfé dans le vafe une quantité de liqueur égale au volume de A, c'eft-à-dire, la pefanteur refpective eft foûtenuë par le fil auquel A eft fufpendu.

§. 805. Si la pefanteur fpécifique du Corps A l'emporte fur celle de la liqueur, dans laquelle on le plonge, & qu'on empêche la liqueur de comprimer par en-haut le Corps A, alors A pourra y être plongé fi profondément qu'il ne s'enfoncera plus, & fi on le plonge encore davantage, il fera emporté en-haut. Pl. XI. Fig. 16.

Que A foit de même pefanteur qu'une colomne de liquide BK ; fi l'on fait alors en forte qu'il n'y ait au-deffus de A aucun liquide qui le comprime, mais que ZA foit vuide, la colomne BK élevera autant le Corps A, par fa preflion, que le Corps A preffera en-bas par fon poids, & par confequent A devra refter en repos. Mais fi l'on plonge A plus profondément, la colomne voifine du liquide, qui eft alors plus élevée qu'auparavant, pefera auffi davantage, & preffera plus que A, c'eft pourquoi elle fera monter A, jufqu'à ce que A fe trouve de nouveau en équilibre avec BK. Cela fe démontre à l'aide d'un cilindre de cuivre, qui paffe par un anneau de cuir dans une boëte de cuivre, que l'on attache à un tube creux, ce qui empêche que l'eau ne vienne comprimer ce cilindre : fi l'on plonge enfuite un peu ce Corps dans un vafe profond & plein d'eau, il gliffe par l'anneau & s'enfonce ; fi on le plonge plus profondément, il reftera en équilibre ; enfin fi on le plonge encore davantage, l'eau le fera monter. Nous apprenons par-là, pourquoi des Vaiffeaux pefamment chargés flottent fur l'eau, car un Vaiffeau ne différe pas dans ce cas de ZA, la partie fupérieure Z empêchant que l'eau ne vienne comprimer A. Quand même le Vaiffeau feroit de fer ou de cuivre, il pourroit flotter fur l'eau, comme font les Pontons, dont on fe fert pendant la Guerre ; car, quoique le métal A pefe plus que l'eau, on fe contente d'empêcher par le moyen de la partie fupérieure ZA, que l'eau ne vienne fur A & ne le comprime.

Nous voici enfin parvenus au troifiéme cas, dans lequel le Corps a moins de pefanteur fpécifique, que le fluide.

§. 806. Si le Corps folide KAX a une moindre pefanteur fpécifique que le fluide dans lequel on le plonge, il s'enfoncera jufqu'à une cer- Pl. XI. Fig. 18.

 taine

taine profondeur, sçavoir jusqu'à KA, jusqu'à ce que la colomne EZ du fluide, égale à la partie enfoncée KA, pese autant que tout le Corps KX,

Que l'on conçoive le fluide divisé en colomnes, qui sont ici EBF, ABR, CRD, & dont les bases sont égales au Corps KX. Ces colomnes ne peuvent être en repos, avant que de se trouver ensemble en équilibre, par consequent la colomne XKRB doit peser autant que la colomne contiguë EFB; mais les parties de ces deux colomnes ZFB & BKR pesent également, par consequent la colomne EZ pesera autant que le Corps XAK.

§. 807. Si l'on met des poids sur le Corps XK, il s'enfoncera plus profondément dans le fluide, mais le Corps chargé de ces poids pesera toujours autant que le fluide poussé hors de sa place : c'est-à-dire, XK pesera autant que le fluide CK ou EZ.

Pl. XI. Fig. 18. §. 808. Comme le fluide EZ pese autant que le Corps XK, la pesanteur spécifique du fluide sera à celle du Corps XK, comme le volume de XK est à sa partie enfoncée AK, suivant le §. 786.

Pl. XI. Fig. 19. §. 809. Si on plonge le même Corps XK dans des liquides de diverses densités, il s'y enfoncera jusqu'à diverses profondeurs & même d'autant plus profondément, que le liquide sera plus leger, & d'autant moins profondément, que le liquide pesera davantage.

En effet le liquide AK, qui a été poussé hors de sa place, pesera toujours autant que le Corps XK: puis donc que XK conserve sa même pesanteur, AK sera d'autant moindre, que le liquide sera plus dense.

Pl. XI. Fig. 19. §. 810. C'est sur cela qu'est fondé l'Aréométre ou pese-liqueur de verre. On voit ici une boule concave Z, qui tient à un petit tuyau de verre, e d, mais afin que cette boule avec ce tuyau pussent se tenir au milieu des liqueurs dans une situation perpendiculaire, il a fallu abbaisser le centre de pesanteur, & c'est pour cela qu'on fait au-bas une autre petite boule, que l'on emplit de mercure ou de dragées de plomb.

Si le poids de ce pese-liqueur est tel, qu'il s'enfonce dans l'eau jusqu'à, a, il s'enfoncera alors plus profondément dans des liqueurs plus legéres : il s'affaissera donc dans le vin jusqu'à b, & dans le brandevin jusqu'à e; mais si on le plonge dans des liqueurs plus pesantes que l'eau, il ne s'enfoncera pas si profondément, par consequent il ne s'affaissera dans la biére que jusqu'à d, & toujours d'autant moins, que la liqueur dans laquelle on le plongera, pesera davantage. Cette méthode est moins sûre, que celle dont nous avons parlé au §. 800, pour connoître la pesanteur spécifique de diverses liqueurs; mais elle suffit pour connoître à peu près l'épaisseur de la biére & des autres liqueurs, & c'est pour cette raison qu'on se sert aussi pour cet effet d'un semblable instrument, qui est fait de cuivre.

§. 811. Si le Corps XK est un cilindre, un cube, une planche graduée, ou un prisme, & qu'après l'avoir plongé dans diverses liqueurs, on marque exactement jusqu'à quelle profondeur il s'enfonce dans chaque liqueur, les pesanteurs spécifiques des liqueurs seront en raison inverse des

des profondeurs, aufquelles le Corps XK s'eft enfoncé. Car, que XK s'enfonce dans l'eau à la profondeur de AK ou EZ, mais qu'il s'enfonce dans le vin à la profondeur de AS, la colomne d'eau EZ pefera autant que la colomne de vin AS, par confequent la pefanteur fpécifique de l'eau fera à celle du vin, comme AS eft à EZ.

§. 812. Si le Corps XK eft plongé fous la furface de la liqueur jufqu'à une certaine profondeur, mais de telle maniere qu'il foit entouré de tous côtés de cette liqueur, il montera d'un mouvement accéléré, dès qu'on viendra à le lâcher, & il s'élevera avec rapidité hors de la furface de la liqueur jufqu'à une hauteur plus grande que celle qui eft requife pour pouvoir être en équilibre avec la liqueur; fon propre poids le fera enfuite enfoncer de nouveau, mais il ne perdra fon mouvement, que lorfqu'il fe fera affaiffé jufqu'à cette profondeur que nous avons déterminée au §. 806. En effet, la colomne de liqueur, dans laquelle fe trouve le Corps, ne pefe pas tant, que les autres colomnes voifines, c'eft pourquoi celles-ci s'enfonceront, & poufferont le Corps en-haut: La colomne qui s'affaiffe defcend avec un mouvemeut accéléré, de même que tous les Corps pefans, il faut donc que le Corps XK s'éleve avec un mouvement accéléré, qui le faffe monter hors de la furface de la liqueur plus haut qu'il ne faut, pour pouvoir être en équilibre avec la liqueur. On peut découvrir cela, lorfqu'on plonge perpendiculairement dans l'eau, & à une grande profondeur, un long bâton, qui fe jette avec une grande rapidité hors de l'eau & s'éleve fort haut, auffi-tôt qu'on vient à le lâcher.

§. 813. Si on plonge le même Cops XK dans une liqueur plus pefante, la force qui le retiendra, foit en l'enfonçant, ou en le comprimant, fera égale à l'excès de pefanteur qu'a la liqueur fous le même volume du Corps. Pl. XI. Fig. 18.

§. 814. Le même Corps XK, plongé dans diverfes liqueurs, fera donc porté en-haut par diverfes forces, qui feront d'autant plus grandes que la liqueur pefera davantage, & qui feront d'autant plus foibles que la liqueur pefera moins.

§. 815. Soient les deux Corps A & B de même poids, mais de denfité différente, & qu'on les plonge dans une même liqueur, qui ait une plus grande pefanteur fpécifique; alors les parties de ces Corps, qui auront été plongées, feront égales entr'elles. Car les Corps, qui ont le même poids, doivent être en équilibre avec la même quantité de liqueur, & par confequent les parties plongées dans la liqueur doivent être égales entr'elles.

§. 816. Si deux Corps folides de même volume A & B, viennent à être plongés dans la même liqueur, dont la pefanteur fpécifique foit plus grande, leurs pefanteurs fpécifiques feront en raifon inverfe des parties plongées.

La pefanteur fpécifique de A eft à celle de la liqueur, comme la partie plongée de A eft au volume de A; la pefanteur fpécifique de B eft à celle

de

de la liqueur, comme la partie plongée de B est au volume de B ; mais A est égal à B, par conſequent la peſanteur ſpécifique de A eſt à celle de B, comme la partie plongée de A eſt à celle de B.

§. 817. Les Philoſophes ont pris beaucoup de peine & ont mis tout en œuvre, avant que de parvenir à la connoiſſance de cette méthode éxacte, dont on doit ſe ſervir pour déterminer la peſanteur ſpécifique des Corps, & dont nous avons donné la deſcription au §. 800. Il ne ſera pas inutile de propoſer ici quelques autres moyens, qui tendent au même but.

On prend un tube de verre recourbé, dont la branche BD eſt paralléle à l'horiſon, on verſe dans chaque ouverture de ce tube deux liqueurs ABF, & EDF, qui ſe rencontrent en F, & qui reſtent en repos lorſqu'elles ſe trouvent en équilibre. Il ſuit de ce que nous avons fait voir au §. 784, que la peſanteur ſpécifique de ABF ſera à celle de EDF, comme la hauteur ED eſt à AB. Cette méthode eſt aſſez bien imaginée, mais elle n'eſt pas bonne pour pouvoir être miſe en pratique.

1°. Parce qu'il y a pluſieurs liqueurs, qui ſe mêlent enſemble, dès qu'elles s'approchent l'une de l'autre. 2°. Ou bien elles agiſſent l'une ſur l'autre, & produiſent une efferveſcence, ce qui eſt cauſe qu'on ne peut meſurer la véritable hauteur dans le tube. 3°. Les liqueuts ſont attirées par les parois du tube, les unes plus, les autres moins, ce qui fait encore qu'on ne peut connoître leur véritable hauteur dans le tube.

§. 818. D'autres ſe ſont contentés de prendre un Vaiſſeau ouvert, &, après l'avoir peſé, ils l'ont empli de liqueur, & l'ont enſuite peſé de nouveau : Ce Vaiſſeau ayant été vuidé, on y verſa une autre liqueur, dont on l'emplit encore, en le peſant comme auparavant. On apprit par-là, que les peſanteurs ſpécifiques de ces deux liqueurs étoient l'une à l'autre comme les poids trouvés. Cette maniere eſt fort ſimple, mais elle ne vaut abſolument rien, car il n'eſt pas du tout poſſible d'emplir ſi éxactement un Vaiſſeau de quelque liqueur, ſans que la ſurface ne reſte ou concave ou ſphérique : ſi cette ſurface eſt concave, le Vaiſſeau ne ſera pas plein ; &, ſi elle eſt ſphérique, le Vaiſſeau ſera alors plus que plein.

Pl. XI. Fig. 21. §. 819. Le fameux Monſieur Homberg a cru pouvoir remédier à cet inconvenient, en prenant une fiole AB, qui avoit un cou large AC, & un tuyau fort étroit D, lequel finiſſoit par une extrémité encore plus étroite proche de D. Après avoir peſé cette fiole, il y verſa une liqueur, qu'il fit monter juſqu'à l'extrémité D du tuyau étroit, ſe flattant alors que le cou large de la fiole ſeroit auſſi rempli juſqu'à C, ſi il tiroit CD paralléle à l'horiſon; il peſa alors de nouveau la fiole, & il apprit par-là quelle étoit la peſanteur de la liqueur : il continua à verſer dans cette même fiole toute ſorte de liqueurs, les unes après les autres, en les peſant comme auparavant. Cette méthode a auſſi ſes inconveniens. La vertu attractive du tuyau étroit DE, fait que la liqueur monte ici plus haut, qu'elle n'eſt dans le cou large AC; &, parce que les liqueurs ont une

vertu attractive différente, il devra aussi y avoir une grande différence entre leurs hauteurs dans le cou large AC, lorsqu'elles se seront déja élevées jusques en D. Ainsi cette méthode n'est absolument pas recevable.

§. 820. D'autres se sont servi pour cet effet d'un tuyau de verre recourbé ACDEB, auquel tient en-haut un tube transversal DK, dont l'extrémité K est appliquée à la pompe pneumatique. A & B sont deux verres, remplis de liqueurs différentes; lorsqu'on pompe un peu d'air du tuyau ACDEB, la liqueur monte de A jusques en C, de B jusques en E, étant comprimée par l'air extérieur de l'atmosphére; & comme cette pression sur les deux liqueurs est égale en A & en B, il faut que le poids des liqueurs AC, EB soit en équilibre avec cette pression; de sorte que les deux liqueurs peseront également, & que par consequent la pesanteur spécifique de la liqueur A sera à celle de B, comme la hauteur EB est à la hauteur AC. Cette maniere de déterminer la pesanteur des liqueurs n'est pas mal imaginée, mais elle ne vaut cependant rien. La raison en est, que la vertu attractive du tuyau agit différemment sur les liqueurs, faisant monter les unes plus haut, les autres plus bas qu'il n'arriveroit, si il n'y avoit point d'attraction. 2°. On ne peut jamais déterminer la véritable hauteur dans les tuyaux, parce que la surface de la plûpart des liqueurs est concave, & que celle du mercure & de quelques autres est sphérique. Où marquera-t-on donc la véritable hauteur? On voit par consequent, avec quelle circonspection on doit raisonner sur tout ce qui regarde la phisique, & lorsqu'on veut le faire d'une maniere démonstrative & convaincante. On voit encore, avec quelle éxactitude on doit remarquer toutes les proprietés des Corps, & que si on néglige de faire attention aux moindres circonstances, on trouve par les effets tout autre chose, que ce à quoi l'on s'étoit attendu. Pl. XI. Fig. 22.

§. 821. On peut connoître d'abord la pesanteur spécifique des Corps solides, en les réduisant toutes à un volume égal, & en les pesant ensuite dans une balance.

§. 822. Mais, si il n'est pas possible de les réduire à un volume égal, comme on ne peut effectivement le faire avec les sels, le sable, la terre, & les poudres, il faut alors les peser premierement en plein air dans un petit seau, ou un petit Vaisseau de verre. On doit sçavoir, combien ce petit vase perdra de son poids dans la liqueur, où on le suspendra: & on doit aussi choisir une liqueur, dans laquelle la poudre ne se dissolve, & avec laquelle elle ne fermente pas, c'est pourquoi il n'y a rien de meilleur dans cette occasion, que de l'eau bien pure, & de l'esprit de vin rectifié: si on pese ensuite la poudre, pour sçavoir combien elle a perdu de son poids dans cette liqueur, on trouvera que le poids perdu de la poudre est égal à la pesanteur d'un égal volume de liqueur, suivant le §. 798. Ainsi, dès qu'on connoîtra quelle est la pesanteur spécifique de cette liqueur à l'égard de l'eau, on connoîtra aussi la pesanteur spécifique de la poudre à l'égard de l'eau, & par consequent à l'égard de tous les autres

Corps solides. Par exemple, je mets dans un petit seau de verre 12 dragmes de nitre, que je pese dans l'alkool, & je trouve qu'elles perdent $328\frac{16}{95}$ grains : par consequent, la pesanteur spécifique du nitre est à celle de l'Alkool, comme 720 est à $328\frac{16}{95}$; mais si je veux sçavoir ensuite quelle est cette même pesanteur spécifique, à l'égard de l'eau, je cherche alors dans la table suivante, quelle est la pesanteur spécifique de l'alkool à l'égard de l'eau, & j'y trouve qu'elle est comme 866 à 100 : c'est pourquoi je pose les nombres trouvés en cette proportion, $328\frac{16}{95}$, 866 : : 720, 1900, par consequent le nitre est à l'eau, comme 1900 est à 1000.

§. 823. On doit prendre garde, qu'il n'y ait aux poudres ou aux Corps solides aucune bulle d'air, car elles font paroître les Corps beaucoup plus légers : c'est pour cela qu'on doit les bien chauffer auparavant, afin que l'air en sorte, ou qu'il s'en détache.

§. 824. On ne doit pas non plus peser les bois dans les liqueurs, parce qu'ils les attirent dans leurs pores, ce qui fait paroître les bois plus pesans qu'ils ne sont : le meilleur est de leur donner une figure cubique, ou celle de quelque autre Corps regulier, & de les peser ensuite de cette maniere. Cependant, quelques mesures que l'on prenne, on ne remarque pas peu de différence dans le poids des bois, selon qu'ils sont plus ou moins secs, & plus ou moins vieux, de sorte qu'on ne doit jamais trop compter sur le poids des bois & des plantes.

§. 825. On retire une grande utilité de la connoissance de la pesanteur spécifique des Corps, parce qu'on peut connoître par-là, si ils sont purs ou non, si ils sont falsifiés ou si ils ne le sont pas, enfin si ce sont des Corps tout différens : Ainsi, lorsqu'on a une piece d'argent, on peut sçavoir d'abord, si c'est du bon or, ou du bon argent : il suffit pour cet effet de voir dans la table suivante, combien une piece, que l'on a pesé auparavant en plein air, doit perdre de son poids dans l'eau : en perd-elle tout autant, elle est alors de bon aloi, en perd-elle davantage, elle doit alors être regardée comme fausse. Par exemple, on me donne un ducat, je trouve qu'il pese en plein air 60 grains, ce qui est son poids : je le pese dans l'eau, & il y perd de son poids $3\frac{52}{182}$ grains; par consequent, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau, comme 60 à $3\frac{52}{182}$. Je vois dans la Table suivante, que l'eau de pluie est à 1000, par consequent je pose cette proportion $3\frac{5}{15}$. 1000 : : 60, & je trouve $18260\frac{520}{598}$. Remarquant dans la Table, que l'or y est à 18261, j'en conclus, que le ducat qu'on m'a donné est bon, quoiqu'il ne soit peut-être pas tout-à-fait de bon alloi, ce qu'on ne sçauroit sçavoir de cette maniere bien au juste, lorsqu'on pese dans l'eau. Quand on a une pierre précieuse, on ne doit pas se laisser tromper en achetant des saphirs blancs, & des pierres de Bristol ou d'Amesford, pour des diamans : la tromperie se découvrira d'abord, en les pesant prémierement dans l'air, & ensuite dans l'eau.

§. 826. Nous allons démontrer cela, en donnant la solution du problême suivant. Lorsqu'on connoît la pesanteur spécifique d'une masse composée

composée de deux Corps différens, & que l'on connoît aussi la pesanteur spécifique de ces deux Corps, si ils sont purs ; trouver, combien il y a de chacun de ces Corps dans le mêlange de cette masse. Supposons qu'il y ait dans la masse deux sortes de Corps, dont l'un se nomme A, & l'autre B : je donne à la pesanteur spécifique de A le nom de, a, & à celle de B le nom de, b ; mais je trouve que la pesanteur spécifique de la masse est, e.

Nous avons vu au §. 784, que la pesanteur d'un Corps est en raison composée du volume & de la pesanteur spécifique : Que toute la pesanteur de A soit, p, & que celle de B soit P, on aura alors $A\,a = p.$ & $B\,b = P.$ & $e\,A + e\,B$ sera la pesanteur de la masse composée ; de sorte que $e\,A + e\,B = A\,a + B\,b.$ & encore $a\,A - e\,A = e\,B - b\,B.$ & en posant ceci en proportion, on aura $e - b.\ a - e :: A.\ B.$

§. 827. Hiëro, Roi de Siracuse, avoit donné à son Orfevre Démétrius 19. ℔ d'or, pour en faire une Couronne : Démétrius apporta une Couronne, qui pesoit 19 ℔ ; mais le Roi, qui avoit quelque soupçon de l'Ouvrier, demanda à Archiméde, si il ne sçavoit aucun moyen, pour découvrir la tromperie ; celui-ci, raisonnant sur le même fondement & de la même maniere que ci-dessus, trouva, combien d'argent on avoit mêlé avec l'or dans la Couronne.

Nous pouvons donc nous servir ici de la solution du Problême précédent.

La pesanteur spécifique de l'or est 19, de l'argent $10\frac{1}{3}$. posons qu'on ait trouvé, que celle de la Couronne étoit 17. par consequent $a = 10\frac{1}{3}$ $b = 19$ $e = 17.$ de sorte que $c - a = 17 - 10\frac{1}{3} = 6\frac{2}{3}$ & $b - c = 19 - 17 = 2.$ partant $6\frac{2}{3}, 2 :: B, A.$ par consequent $2.\ B = 6\frac{2}{3}\,A$: ou $6\,B = 20\,A.$ Ainsi, la quantité de l'argent étoit à celle de l'or dans la Couronne, comme 6 B est à 20 A. Si on multiplie le volume d'un Corps par sa pesanteur spécifique, on aura son poids ; par consequent, $10\frac{1}{3} \times 3.\ 19 \times 10 :: b \times \overline{a - e}, a \times \overline{e - b} ::$ comme le poids de l'argent dans la Couronne est au poids de l'or dans la Couronne : & 31 est à 221, comme le poids de l'argent est au poids de la Couronne.

§. 828. On doit se servir, pour faire ces sortes de recherches, de balances d'essai bien éxactes, car autrement il n'est pas possible de bien découvrir dans l'eau la quantité d'or & d'argent qui entre dans le mélange d'une masse donnée, ni de sçavoir au juste la pesanteur spécifique des Corps. C'est pour cela qne Monsieur Leutman (*a*) a inventé & fait une balance romaine, & donné de belles Tables, par lesquelles on peut voir, combien il entre d'argent & de cuivre dans une masse de métal. Le grand & très éxacte Philosophe Monsieur s'Gravesande a encore trouvé un autre expédient, pour découvrir dans l'eau jusqu'à la moindre différence, qui se rencontre dans la pesanteur des Corps : Il s'est même fait

(*a*) *Commentar. Petropol.* Vol. 3.

fait un plaisir de me le communiquer ; mais je serois obligé de m'étendre trop, si j'entreprenois d'exposer ici en quoi il consiste.

§. 829. En raisonnant de cette maniere, nous supposons que les deux Corps, qui se trouvent incorporés l'un avec l'autre, sont composés de parties, qui ne pénétrent pas réciproquement dans leurs pores ; car, si il en étoit à leur égard, comme à l'égard de l'eau, qui pénétre dans le sable ou dans une éponge, le volume seroit plus petit après que ces Corps sont incorporés ensemble, qu'il n'étoit avant leur mélange, & par conséquent la pesanteur spécifique du mélange seroit plus grande, qu'on ne la suppose dans le raisonnement. C'est une chose qu'on ne doit pas négliger d'éxaminer fort soigneusement, lorsqu'il est question de ces Corps, qui sont incorporés les uns avec les autres, & lorsqu'on veut connoître, quelle est la qualité des parties de chacun de ces Corps dans leur mélange. En effet nous avons déja vu ci-dessus dans le Chapitre II, qu'il y a des Corps qui se pénétrent, comme l'huile de vitriol & l'eau, de même que le brandevin & l'eau, & diverses autres liqueurs. Ces mélanges produisent une plus grande pesanteur spécifique, qu'elle ne feroit suivant le volume & la pesanteur de l'huile de vitriol & de l'eau. C'est ce qui a engagé Monsieur de Reaumur à rechercher, quelles sont les liqueurs, qui étant incorporées ensemble, conservoient leurs volumes, & quelles sont celles qui le perdent en quelque sorte : On pourroit en faire aussi des tables, à l'aide desquelles on supputeroit, combien il entre de chaque liqueur dans le mélange de deux ou trois liqueurs incorporées ensemble, ce qu'on ne sçauroit encore déterminer à présent avec certitude.

§. 830. Il seroit à souhaiter, que nous eussions une liste bien éxacte de la pesanteur spécifique de tous les Corps, qui ne sont pas mixtes, tant des Corps solides & liquides, qui sont naturels, que de ceux que l'Art produit. Nous avons déja commencé à travailler sur cette matiere, en éxaminant ces Corps, comme on le peut voir dans la table suivante ; mais nous avons ouvert en même temps aux amateurs de l'Histoire naturelle un champ vaste, qu'ils peuvent remplir d'une infinité d'autres remarques.

TABLE,

Qui contient les pesanteurs spécifiques de quelques Corps solides.

Acier fléxible.	7, 738
— trempé	7, 704
— élastique	7, 809
— son Sel	1, 830
Agate d'Angleterre	2, 512
— noire	1, 238
Albâtre	1, 872
Alun	1, 714
Ambre	1, 040
Amiante, sorte de pierre	2, 913
Antimoine d'Allemagne	4, 000
— de Hongrie	4, 700
— son Regule Martial	7, 500
— de Venus	7, 500
— Cinnabre	6, 044
— Verre	5, 280
Arbre de Vie	1, 327
Ardoise bleue	3, 500
Argent de Coupelle	11, 091
— de Hollande, le meilleur	10, 535
— de Hollande, de moindre valeur	10, 340
Bézoard Oriental	1, 530
— Occidental	1, 500
Bismuth	9, 700
Bois d'Aloë	1, 177
— de Bresil	1, 030
— de Campesche	0, 931
— de Cedre	0, 613
— Néphrétique	1, 200
— de Rhode	1, 125
— d'Orme	0, 600
— de Virginie, bigarré	0, 313
— de Genévrier	0, 556
— de Lentisque	0, 849
— de Gayac	1, 337
— son Ecorce	1, 250
— sa Resine	1, 224
— de Prunier	0, 663
— de Santal, blanc	1, 041
— citrin	0, 809
— rouge	1, 128
— de Sassafras	0, 482
— d'Yf	0, 760
— de Cedre	0, 613
Bois d'Ebêne	1, 177
— d'Erable	0, 755
— de Frêne, d'une branche	0, 734
— du tronc	0, 845
— de Chêne, du tronc	0, 929
— — d'une branche	0, 870
Bol d'Armenie	2, 727
Borax	1, 720
Bouis	1, 030
Caillou	2, 542
Camphre	0, 995
Carneole	3, 290
Ceruse	3, 156
Charbon fossile ou de terre	1, 240
Cinabre naturel	7, 300
— — artificiel	8, 200
— — d'Antimoine	6, 044
Cire jaune	0, 995
Coque de Noix de Coco	1, 340
Corail rouge	2, 689
— blanc	2, 500
Corallochates	2, 605
Cornes de Bœuf	1, 840
— de Cerf	1, 875
— de Rinoceros	1, 242
Christal d'Islande	2, 720
— de Roche	2, 650
Crocus, ou Safran des Métaux	4, 500
Cuivre du Japon	9, 000

— de Suede	8, 784
— calciné	5, 453
— jaune jetté en moule	8, 000
— battu	8, 349
Diamant	3, 400
Ecailles d'Huitre	2, 092
Encens	1, 071
Ens de Mars ſublimé une fois	1, 453
— ſublimé trois fois	1, 269
Etaim pur	7, 320
— d'Angleterre	7, 471
Fer	7, 645
Gallypot, pierre qui porte ce nom	1, 928
Gomme Arabique	1, 375
— Tragacante	1, 333
Grammatias, pierre ainſi nommée	2, 515
Grénat de Bohême	4, 360
— de Suede	3, 978
— ſa Mine ou Marcaſſite	3, 100
Hêtre	0, 854
Hiacinthe	2, 631
Jaſpe	2, 666
Karabé, ou Ambre jaune	1, 065
Litarge d'Or	6, 000
— d'Argent	6, 044
Manati, pierre de la Jamaïque ainſi nommée	2, 270
— autre	2, 330
Manganeſie	3, 530
Marbre noir d'Italie	2, 704
— blanc d'Italie	2, 707
— autre	2, 718
Mercure	13, 593
— diſtilé une fois	13, 570
— amalgamé avec l'Or affiné, & ſublimé cent fois	13, 550
— incorporé avec de l'Argent affiné, & ſublimé cent fois	13, 580
— mêlé avec du Plomb, enſuite converti en poudre, & revivifié	13, 550
— ſublimé cinq cent onze fois	14, 110
— ſublimé	8, 000
— ſublimé deux fois	12, 353
Mirrhe	1, 250
Nitre	1, 900
— réduit par le feu en Sel fixe	2, 745
Noix de Gale	1, 034
Onix	2, 510
Opium	1, 363
Or d'Eſſai ou de Coupelle	19, 640
— autre	19, 238
— d'une Guinée	18, 888
— d'un Ducat	18, 261
— d'une Piſtole de France	18, 166
Os de Bœuf	1, 656
— de Mouton	2, 222
Oſteocolle	2, 240
Pierre Hématite, ou Sanguine	4, 360
— de Brême d'un rouge-pâle	1, 666
— Calaminaire	5, 000
— bleue de Namur	5, 000
— divine ou néfritique	2, 894
— qui croît dans la Veſſie de l'Homme	1, 700
— autre	1, 664
— Judaïque	2, 500
— à Fuſil opaque	2, 542
— — tranſparente	2, 641
— à aiguiſer de Lorraine	3, 288
— d'Azur nommée communément Lazuli	3, 054
Poix	1, 150
Quinquina	0, 784
Racine d'Eſquine	1, 071
— de Gentiane	0, 800
Réſine de Scammonée	1, 200
Sapin	0, 550
Sardachutes	3, 598
Sel admirable de Glauber	2, 246
— de Corne de Cerf	1, 496
— de Vitriol	1, 900

de

—de Gayac	2, 148	— Emetique	2, 246
— Acide	2, 148	— Vitriolé	2, 298
— Amoniac	1, 453	Terre de Lemnos	2, 000
— Gemme	2, 143	Turbith mineral	8, 235
— Poychreſte	2, 148	Turquoiſe	2, 508
— Prunelle	2, 148	Tutie	4, 615
Selenite	2, 322	Verd-de-gris	1, 714
Slate d'Irlande	2, 490	Verre blanc, pur	3, 150
Soufre vif	2, 000	— verd, commun	2, 620
— commun	1, 800	— de Bouteilles	2, 666
Sucre de Saturne	2, 745	Vitriol de Dantzic	1, 715
Talc de Veniſe	2, 780	— d'Angleterre	1, 880
— de la Jamaïque	3, 000	— blanc	1, 900
Tartre	1, 849	— rougi au feu	1, 900
— ſa Crême	1, 900	Yvoire	1, 825

De la Peſanteur ſpécifique de quelques Fluides.

Air	0,001¼	--- de Térébentine	0, 874
Baume de Tolu	0, 896	--- de Vin rectifié	0, 866
Beure d'Antimoine	2, 470	--- éthéré	0, 732
Eau de Pluie	1, 000	--- de Vitriol	1, 203
— diſtilée	0, 993	Huile d'Ambre	0, 978
— de Puits	0, 999	--- d'Aneth	0, 994
— de Riviere	1, 009	--- de Canelle	1, 035
— de Mer	1, 030	--- de Carvi	0, 940
— Regale	1, 234	--- de Cire	0, 831
— Forte	1, 300	--- de Clous de Giroffe	1, 034
Eſprit d'Ambre	1, 030	--- de Cumin	0, 975
— de Corne de Cerf	1, 073	--- de Génévre	0, 911
— de Miel	0, 895	--- d'Hiſſope	0, 986
— de Nitre	1, 315	--- de Lin	0, 932
— rectifié	1, 610	--- de Menthe	0, 975
— préparé avec l'Huile de Vitriol	1, 338	--- de Noix de Muſcade	0, 948
— adouci avec l'Alkool	1, 000	--- d'Olive	0, 913
— de Sel Ammoniac avec la Chaux	0, 952	--- d'Orange	0, 888
--- de Sel marin	1, 130	--- d'Origan	0, 940
--- fait avec l'Huile de Vitriol	1, 154	--- de Pouliot	0, 978
--- adouci avec l'Alkool	0, 951	--- de Romarin	0, 934
--- de Soie	1, 145	--- de Sabine	0, 986
--- de Tartre	1, 073	--- de Saſſafras	1, 094
		--- de Semences de Navets	0, 853
		--- de Spic-Nard	0, 936
		--- de Tanaiſe	0, 946
		--- de Térébentine	0, 792

de

--- de Vitriol	1, 700	--- de Quinquina	0, 900
Lait de Chevre	1, 009	Vin de Bourgogne	0, 953
--- de Vache	1, 030	--- de Canarie	1, 033
Leſſive de Sel de Tartre	1, 550	--- rouge de Pontac	0, 993
Sang humain	1, 040	Vinaigre de Biere	1, 034
--- ſa Séroſité	1, 190	--- de Vin	1, 011
Teinture d'Antimoine	0, 866	--- diſtilé	1, 030
--- de Gomme Ammoniac	0, 899		

§. 831. Les peſanteurs ſpécifiques tant des Corps ſolides, que des fluides, ne ſont pas les mêmes en été & en hiver : car la chaleur du ſoleil raréfie tout en été, au-lieu que tout ſe trouve condenſé par le froid en hiver : la même chaleur ne dilate pas également tous les Corps, car ils ſe raréfient plus ou moins, ſelon que leurs parties ſont plus ou moins denſes, ou plus ou moins rares. Cette verité eſt confirmée par les expériences de Meſſieurs Homberg & Eiſcenſchmid : c'eſt pourquoi il ne ſera pas hors de propos de joindre ici ce que j'ai tiré de la Table de Monſieur Eiſenſchmid, laquelle eſt dreſſée ſur le poids d'un Pouce cubique de Paris, chacun de ces Pouces peſant.

	En Eté			En Hiver.		
	Onces,	Dragmes,	Grains.	Onces,	Dragmes,	Grains.
Brandevin	0	4	32	0	4	42
Eau diſtilée	0	5	8	0	5	11
--- de Puits	0	5	11	0	5	14
--- de Riviere	0	5	10	0	5	13
Eſprit de Nitre	0	6	24	0	6	44
--- de Sel marin	0	5	49	0	5	55
--- de Vitriol	0	5	33	0	5	38
Huile de Vitriol	0	7	59	0	7	71
Lait	0	5	20	0	5	25
Mercure	7	1	66	7	2	14
Vinaigre	0	5	15	0	5	21
--- diſtilé	0	5	11	0	5	15

§. 832. Je viens de traiter de la peſanteur ſpécifique de tous les Corps, entant qu'ils ſont compoſés de leurs parties ſolides & de leurs pores; mais on pourroit encore rechercher, quelle eſt la peſanteur ſpécifique des particules, dont le Corps eſt compoſé. Cette peſanteur dépend auſſi de la ſolidité de chaque particule, & des petits pores qui s'y trouvent. Lorſque tout un Corps eſt plus leger que l'eau, on ne peut pas conclure, que chaque particule dont il eſt formé, ſera moins peſante que l'eau. Suppoſons en effet, que l'on ait un demi pied cubique d'une certaine ſorte de parties ſolides, qui peſent 40 livres, leur maſſe aura alors une plus

plus grande pesanteur spécifique que l'eau, celle-ci ne pesant que 32 livres sous le même volume. Supposons maintenant, qu'on donne à cette même masse une plus grande étenduë, en sorte que son volume soit d'un pied cubique, elle aura alors une moindre pesanteur spécifique que l'eau, & un demi pied cubique aura de cette maniere un plus grand nombre de pores, qu'il n'en avoit auparavant : partant, si on plonge cette masse dans l'eau, & que ses pores en soient remplis, elle pesera 40 + 32 livres, & deviendra encore par-là plus pesante que l'eau ; par consequent, toutes les fois que certains Corps, qui étoient auparavant plus legers que l'eau, deviennent plus pesans que ce fluide, après y avoir été plongés & en être imbibés, on pourra conclure, que leurs parties, prises en elles-mêmes, ont une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau. Cela se remarque dans un grand nombre de bois, qui flottent sur l'eau ; mais aussi-tôt qu'on les y plonge, après avoir tiré l'air de leurs pores, qui se remplissent alors d'eau, on remarque que ces bois s'enfoncent dans l'eau ; ce qui fait voir que leurs parties, prises en elles-mêmes, doivent avoir une plus grande pesanteur spécifique que les parties de l'eau : ce que l'on peut conclure des principes ausquels la chimie reduit les bois, qui sont l'eau, les huiles, les sels, & la terre : leur eau est de même pesanteur que l'eau commune : certaines huiles sont un peu plus legéres, d'autres sont de même pesanteur ou plus pesantes que l'eau : les sels & la terre pesent beaucoup plus que l'eau, d'où il paroît, que les parties prises en elles-mêmes sont plus pesantes que l'eau ; mais ces parties sont disposées dans le bois à une si grande distance les unes des autres, qu'elles forment une masse plus legére que l'eau, à cause du grand nombre de ses pores. C'est aussi pour cette raison que Monsieur Hamberger a cru, que les parties solides de l'etaim & du plomb sont plus pesantes que celles du mercure, parce que l'amalgame du mercure & de l'étaim, ou du mercure & du plomb, s'enfonce dans le mercure lorsqu'on l'y jette.

CHAPITRE XXV.

De l'Eau.

§. 833. APRE'S avoir éxaminé quelques-unes des proprietés communes des fluides, nous croyons qu'il est à propos de considérer de plus près trois sortes de fluides, qui sont fort communs. Ces fluides sont, l'eau, le feu, & l'air. Ils méritent d'être éxaminés avec beaucoup d'attention, tant à cause de leurs belles & admirables proprietés, qu'à cause des avantages considérables qui en reviennent à l'homme & à tous les autres Corps terrestres.

§. 834. Commençons par l'eau, & voyons d'abord en peu de mots de

quelle utilité elle eſt. 1°. Elle ſert de boiſſon à tous les animaux, car on n'en peut préparer aucune, qui ſoit propre pour la ſanté & la vie des animaux, ſans que la plus grande partie ne ſoit de l'eau 2°. Elle délaye & diſſout les alimens dans la bouche : elle eſt auſſi la cauſe du goût, puiſqu'il nous eſt impoſſible de goûter ce qui eſt ſec, tandis qu'il reſte tel. 3°. Elle tranſporte & entraine avec elle par tout le Corps les parties qui ſervent à le nourrir. 4°. Elle entretient notre vie, en rendant le ſang fluide, & en le faiſant pénétrer dans tous les vaiſſeaux de notre Corps, où il ne manqueroit pas de ſe figer bientôt & de boucher les petits vaiſſeaux. 5°. Elle eſt la cauſe de la végétation de toutes les plantes, puiſqu'il n'y en a pas une ſeule, qui puiſſe croître ou ſe maintenir ſans eau. 6°. Bien plus, les minéraux mêmes ne croîtroient jamais dans le ſein de la terre, ſi l'eau ne leur portoit diverſes parties : il n'y auroit ni pierres ni cailloux, ſi l'eau, en ſe mêlant avec certaines terres, ne ſe changeoit en un ſuc pierreux, qui en s'inſinuant & en pénétrant dans d'autres terres, s'y arrête, & ſe convertit avec elles en pierres mollaſſes ou dures 7°. L'eau eſt cet élement qui eſt propre aux poiſſons, & dans lequel ils doivent nager, ſe mettre en mouvement, & vivre. 8°. A l'aide de l'eau on envoye des Vaiſſeaux peſamment chargés dans les endroits du Monde les plus éloignés, ce qui donne le moyen de pouvoir commercer avec toutes ſortes de Peuples. 9°. C'eſt l'eau qui fait la pluye, laquelle tombant à travers l'air, le purifie, en emportant avec elle toutes les ordures qui s'y rencontrent : c'eſt encore à l'aide de l'eau que nous décraſſons toutes ſortes de Corps 10°. Enfin, c'eſt l'eau qui forme les fontaines & les rivieres; & elle ſert par conſequent à faire mouvoir pluſieurs machines, & ſur-tout les moulins.

§. 835. On diſtingue l'eau de tous les autres fluides, que l'on connoît juſqu'à préſent, par les proprietés ſuivantes : C'eſt un Corps fluide, qui eſt humide, ſans gout, ſans odeur, qui ne peut bruler dans le feu, mais au-contraire qui l'éteint ordinairement.

§. 836. On peut réduire toutes les eſpeces d'eau à ſix. 1°. L'eau tombe de l'air en forme de pluie, de neige, de grêle. 2°. Il y a l'eau de fontaine. 3°. L'eau de riviere. 4. Celle de puits. 5°. Celle de lac. 6°. Celle de Mer.

§. 837. La pluye, la neige & la grêle ont été premierement de l'eau, qui s'eſt élevée de la ſurface de la terre, en forme de vapeurs, & a produit enſuite des nuées dans l'air, d'où elle eſt enfin retombée ſur la terre. Nous ferons voir comment cela ſe fait dans le Chapitre XXXVIII, où nous traiterons des météores.

La pluye, la neige, la grêle, & toutes les vapeurs, venant à tomber ſur la terre, la pénétrent, & coulent par les pores, les ouvertures, & les fentes, comme à travers des tuyaux ſouterrains, vers les endroits les plus bas. Si ces tuyaux ou conduits ſont ouverts par en-haut à l'une de leurs extrémités, il s'en forme des fontaines, dont l'eau jaillit plus ou moins haut, ſelon que l'ouverture de la terre eſt ou plus large ou plus étroite, ou bien

bien ſelon que l'eau qui ſe trouve dans les conduits ſouterrains preſſe plus haut au-deſſus de cette ouverture.

Mais lorſque la pluye vient à s'écouler ſur la ſurface de la terre dans des creux profonds, elle y forme des lacs & des marais, d'où naiſſent enſuite les rivieres, qui doivent auſſi leur origine aux eaux jailliſſantes des fontaines. Par conſequent, l'eau de riviere eſt ou une eau de pluye, ou une eau de fontaine, ou toutes les deux enſemble.

Lorſqu'on creuſe dans quelques endroits de la terre juſqu'à une certaine profondeur, on rencontre une couche de ſable, dans laquelle l'eau s'imbibe & ſe filtre, comme à travers une éponge. Cette eau eſt portée des rivieres juſques dans les endroits les plus profonds; & c'eſt ce qu'on nomme eau de ſource ou eau de puits. En effet, lorſqu'on a creuſé juſqu'à cette couche de ſable, on bâtit deſſus un puits avec des pierres ſeparées & éloignées les unes des autres, afin que l'eau, qui eſt pouſſée de la ſurface de la terre vers ce puits, puiſſe s'y décharger de tous côtés.

§. 838. L'eau de lac eſt compoſée d'eau de pluye, de celles de riviere & de fontaine, & de toutes les ordures qui ſe déchargent dans les marais.

§. 839. L'eau de mer eſt ſalée & amére, & elle ſe trouve dans toutes les mers, où ſe déchargent les fontaines, les rivieres, les lacs, & les nuées, dont elle eſt la premiere & la principale ſource.

§. 840. Il eſt rare que l'eau naturelle ſoit entierement pure, peut-être même ne l'eſt elle jamais; mais elle eſt ſouillée par les particules les plus ſubtiles de preſque toute ſorte de Corps terreſtres : car lorſque la pluye tombe à travers l'air, & qu'elle le nettoye, elle emporte avec elle les ſemences des petites plantes, de même que les petits inſectes qui voltigent ordinairement dans l'air : elle entraine encore tous les ſels volatils, dont l'air eſt chargé, & pluſieurs autres particules terreſtres fort déliées, qui ſe ſont élevées dans l'air, & qui s'y tiennent ſuſpenduës.

§. 841. L'eau de fontaine n'eſt pas plus pure que celle de pluye, puiſqu'elle en tire ſon origine; elle eſt de plus ſouillée de toutes les particules terreſtre, à travers leſquelles elle coule, & qu'elle peut diſſoudre, & entrainer avec elle. C'eſt pour cela qu'on trouve, qu'il y a quelquefois dans cette eau des ſels, des terres, des vitriols, des métaux, du ſoufre, des ſavons, & pluſieurs autres ſortes de Corps.

§. 842. C'eſt ce que l'on prouve par les ſources des eaux acides, que l'on trouve tant en pluſieurs endroits de l'Allemagne, qu'ailleurs. Blefkenius rapporte qu'on voit nager une matiere ſulfureuſe ſur l'eau des fontaines chaudes d'Iſlande, après qu'elle s'eſt refroidie.

§. 843. On trouve auſſi dans les eaux de Spa, de l'ocre, du fer, du cuivre, du ſoufre, du vitriol, du nitre, du plomb & de la ceruſe : ſelon que l'eau eſt mélée avec divers autres Corps, elle produit auſſi des phénoménes tout différens. Il ſe rencontre certaines eaux dans leſquelles il y a beaucoup d'eſprits, qui enyvrent les perſonnes qui en boivent, de la même maniere que ſi elles euſſent bu du vin, comme on le rapporte

de la fontaine, qui se trouve près de la Ville de St. Baldomar : on dit la même chose d'une autre source, qui est dans l'Aquitaine, pas loin de Bessa, & d'une fontaine qui est dans la Province de Tolede, assez proche de Valence : on le dit encore du fleuve Lyncestius, du Pouhon de Spa, & de quelques autres sources.

§. 844. Si l'eau se trouve mêlée avec du soufre, du bitume, ou des cristaux de cuivre, elle est amére, comme est l'eau sur les côtes de Coromandel, & l'Exampeus de la mer noire.

§. 845. Lorsqu'il se mêle avec l'eau certaines matieres terrestres déliées, qui puissent pénétrer dans les pores de divers Corps, il arrive assez souvent que ces Corps se changent en pierres, quand on les jette dans cette eau. Cela se voit dans plusieurs fontaines, comme dans le Muabus & dans quelques autres, dont Pline & Vitruve ont donné la description. Blefkenius rapporte, qu'il s'en trouve aussi une semblable en Islande. En effet, ces matieres terrestres déliées s'insinuent dans les pores du bois, lorsqu'on les jette dans l'eau, ils remplissent & bouchent entierement ces pores, de sorte que, quoique les particules du bois n'en soient pas ôtées, on n'y remarque cependant presque autre chose que ces parties terrestres & pierreuses, dont le nombre est beaucoup plus grand que celui des particules dont le bois étoit auparavant composé.

§. 846. Il arrive quelquefois que les particules terrestres ne sont pas assez déliées, pour pouvoir s'insinuer dans le bois, & alors elles se collent sur la surface de ces bois, qui flottent sur l'eau, & forment comme une croute tout autour d'eux : il se forme une semblable croute autour des joncs, qui croissent dans la Meuse proche de la Brille. Le fer se change aussi de la même maniere en cuivre, lorsqu'on le plonge dans les fontaines qui sont dans le voisinage de la Ville de Herngrund, & dont Brownius nous a donné la description.

§. 847. Il y a des fontaines, dont l'eau étant buë par des hommes & des annimaux, fait changer la couleur de leurs cheveux & celle de leurs poils. Seneque, L. 3. C. 25. Pline, L. 31. C. 2. & Vitruve, L. 8. C. 3. font mention de ces sortes de fontaines. Il y en a d'autres qui sont venimeuses, ce qui vient de l'arsenic, de l'antimoine, du cobalt, ou de quelqu'autre poison qui s'y trouve : telle est la fontaine Neptunius à Terracine, & celle qu'on nomme Palicunus en Sicile.

§. 848. Il y a une autre sorte d'eau, qui ébranle & fait tomber les dents de ceux qui en boivent ; cette eau se trouve en France dans le Village de Senlis, & on en trouve la description dans l'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1712 : on a observé qu'il s'y trouve beaucoup de sel alcali fixe. Ce n'est pas l'eau, en tant qu'elle est eau, qui produit tous ces effets, mais on doit les attribuer aux Corps étrangers qui s'y trouvent mêlés.

§. 849. L'eau de puits, qui coule à travers du sable bien net & des petits cailloux, est fort pure, mais autrement elle se trouve souillée de particules terrestres, de même que celle de fontaine.

§. 850. L'eau de lac & de riviere est fort impure, parce qu'elle emporte

porte avec elle beaucoup de fange, toute ſorte d'ordure, des plantes, des poiſſons, & tout ce que le vent, les hommes, & les animaux y jettent.

§. 851. L'eau de mer contient du ſel, du bitume, & toute ſorte d'ordures, qui y ſont portées par les rivieres qui ſe déchargent dans la mer; elle contient auſſi toutes les parties corrompuës des plantes, des poiſſons, & tout ce qui s'éléve du fond de la mer par des tremblemens de terre, des feux ſouterrains ou autrement, & qui ſe méle enſuite avec l'eau. Il y a lieu de croire, que l'eau de mer contient en elle-même quelque choſe de plus que du ſel, puiſqu'en faiſant fondre du ſel dans de l'eau de puits, on ne fera jamais avec ce mêlange de l'eau de mer, mais ſeulement de la ſaumure. L'amertume particuliere de l'eau de mer eſt cauſée par le bitume, qui vient de certaines ſources ſouterraines, & qui ſe mêle avec l'eau; elle eſt auſſi produite par les huiles des plantes, des animaux, & par leurs autres parties, qui ſe confondent & ſe mélent avec l'eau.

§. 852. On purifie l'eau de ces ordures, & des autres Corps qui y ſont mêlés, de pluſieurs manieres, dont je me contenterai de rapporter les principales. Par *Colature* ou *Filtration*. Lorſqu'on poſe les uns ſur les autres divers pots, remplis de ſable, & dont les fonds ſont percés de trous, & qu'on fait enſuite couler l'eau d'un pot dans un autre à travers le ſable, on reçoit alors une eau pure & douce, quoiqu'elle fut auparavant chargée d'ordures, & même ſalée. On voit par-là, pourquoi on trouve de l'eau douce & buvable dans un puits, creuſé ſur le rivage, & dans lequel l'eau de la mer tombe goute à goute. On ſe ſert aujourdhui beaucoup de certaines pierres poreuſes, dans leſquelles on verſe l'eau impure, qui s'y filtre, s'y purifie, & devient claire. Monſieur Liſter nous enſeigne de quelle maniere on peut purifier l'eau de la mer, & la rendre douce & buvable, en y ſuſpendant de l'algue, & en mettant enſuite au haut d'un vaſe rempli d'eau & d'algue, un alambic, dans lequel toutes les exhalaiſons de cette plante vont ſe raſſembler; cette eau eſt alors fort pure, & elle ſe fait en peu de temps. Monſieur Deſlandes a trouvé une maniere aſſez ſimple de deſſaler l'eau de la mer. C'eſt de prendre de la cire vierge, & d'en compoſer des gobelets en forme de culs de lampe. On remplit enſuite ces gobelets d'eau de mer, qui en dix-huit heures, ou environ, paſſe toute au travers. Cette eau qui perd ainſi une partie de ſon amertume, perd en effet tout ſon ſel; mais la cire s'en charge & s'en imprégne tellement, qu'il faut la deſſaler elle-même pour s'en ſervir enſuite (*a*).

§. 853. Monſieur Leutman (*b*) voulant avoir de l'eau bien pure, filtra au travers d'un papier brouillard de l'eau de puits, qu'il fit enſuite fermenter ou pourrir, & qu'il filtra de nouveau huit ou dix jours après. Cet Auteur nous aſſure, que cette eau eſt beaucoup plus pure que celle qui eſt diſtilée, parce que la pourriture volatiliſe les ſels, & les diſſipe, tandis

(a) *Traité de Phyſique*, pag. 263.
(b) *Commentaires de Petersbourg*, Tom. III. pag. 143.

que les parties les plus grossieres tombent au fond; mais il n'en est pas de même de l'eau distilée, dont les sels ne se séparent pas, non plus que les parties terrestres les plus déliées.

§. 854. L'eau devient aussi plus pure par *Congélation*. En effet, tout ce qu'il y a de spiritueux dans l'eau ne se gele pas, & par consequent le sel se sépare aussi de l'eau; Messieurs Boyle, Bartholin & Reyherus nous assurent, que lorsqu'on fait fondre de la glace d'eau de mer, on en retire de l'eau douce. La gelée sépare de l'eau la plûpart des Corps hétérogénes qui s'y trouvent. C'est ce qui n'arrive que trop souvent en hiver, lorsque la bierre se gele dans les tonneaux, car l'eau dont la biere est composée se gele, tandis que les esprits demeurent fluides, de sorte qu'on boit ordinairement la meilleure biere en hiver, lorsqu'elle est gelée; le vin qui se gele, se sépare en eau & en esprits.

§. 855. L'eau ne se purifie jamais mieux de toutes ses ordures, que lorsqu'elle se résout en vapeurs, soit que la chaleur du soleil éléve ces vapeurs, ou qu'on les rassemble à l'aide du feu dans des recipiens. C'est pour cela que l'eau de pluye est fort pure, quoiqu'elle vienne de l'eau de la mer, de l'eau des marais, de celle des rivieres, & des exhalaisons de divers Corps qui se trouvent sur la surface de la terre. En effet, la moindre chaleur résout les particules de l'eau en vapeurs, au-lieu que les sels & les autres Corps pesans ne s'élévent que bien plus difficilement dans l'air. Les Egyptiens n'ignoroient pas, que l'eau est composée de parties subtiles & grossiéres, & c'est pour cela qu'ils puisoient de l'eau dans le Nil pendant la nuit, afin d'en avoir alors les parties les plus subtiles, dans la persuasion où ils étoient, que la chaleur du Soleil enléve pendant le jour ces parties, & qu'elle les résout en vapeurs. Les Mariniers revétent pendant la nuit les côtés de leur Vaisseau de peaux de mouton, qui reçoivent & conservent les vapeurs qui s'élévent de l'eau de la mer, & dont on retire ensuite de l'eau douce lorsqu'on vient à les presser. La Chimie nous fournit les moyens d'avoir de l'eau fort pure, lorsqu'on a soin de la distiler plusieurs fois dans des vaisseaux de verre bien nets, car les feces restent alors au fond du vase. Par consequent l'eau la plus pure, que l'on puisse avoir, c'est celle qui vient de la pluye ou de la neige, qui tombent sur le haut des tours ou sur le sommet des montagnes, & que l'on distile encore ensuite plusieurs fois. Quand des gens de mer se trouvoient autrefois jettés dans quelque isle déserte, où il n'y a ni source ni fontaine, ils remplissoient une chaudiere d'eau de mer, & la mettoient sur un grand feu. Lorsque cette eau commence à bouillir, ils en reçoivent la vapeur dans des éponges, qu'ils tiennent au-dessus de sa surface. Les éponges étant bien imbibées, on les presse dans une seconde chaudiere, qui est toute préparée, & lorsqu'elle se trouve remplie, on la met sur le feu. On retire la vapeur de cette seconde chaudiere avec de nouvelles éponges, qu'on va porter dans une troisiéme, & de-là dans une quatriéme, & puis dans une cinquiéme: après quoi l'eau se trouve parfaitement dessalée, & on en peut boire sans crainte. Les Grecs & les Romains

mains n'avoient pas l'usage des alembics comme nous l'avons à présent.

§. 856. L'eau se purifie aussi par *Clarification*, en y mêlant des Corps visqueux, comme des jaunes d'œufs, du lait, & autres semblables. Ces Corps arrêtent & coagulent les feces, sur-tout lorsqu'on fait durcir les jaunes d'œufs en les cuisant. C'est de cette maniere que les Apoticaires clarifient leurs sirops.

§. 857. D'autres ont eu recours à la précipitation des Corps hors de l'eau, se flattant que par le mélange de certaines drogues ils pourroient séparer de l'eau les sels, & les autres Corps étrangers qui s'y trouvent. Pour cet effet, quelques-uns ont mêlé du tartre avec de l'eau de mer, afin qu'il attirât à lui le sel marin. D'autres y ont versé de l'huile de tartre, qui précipitât le sel marin au fond, après quoi ils ont distilé & passé l'eau. Les Indiens jettent dans l'eau certaines semences, qui produisent le même effet. Il y en a qui mêlent avec l'eau du zinck, de la pierre calaminaire, & du sel de saturne. Glauber jettoit dans l'eau une certaine pierre, réduite en poudre, & à laquelle on donne le nom de pierre speculaire, ou miroir d'ane.

§. 858. Il y a plusieurs marques, par lesquelles on peut connoître si l'eau est bien pure. 1°. Si elle est fort claire, sans couleur, sans gout, ou sans odeur. 2°. Si elle reste également claire, lorsqu'on y verse de l'argent fondu dans de l'esprit de nitre; car elle devient bleue, quand il y reste encore quelques ordures. 3°. Si elle ne devient pas de couleur de lait, lorsqu'on y verse de l'huile de sel de tartre. 4°. Si elle ne laisse pas de rester claire, quand on la mêle avec du sucre de saturne. 5°. Si le savon de Venise s'y fond d'une maniere uniforme sans se cailler.

§. 859. On mit en hiver de l'eau pure dans des boules d'or, d'argent, de plomb ou d'étaim, que l'on souda ensuite; lorsqu'on voulut comprimer ces boules dans une presse, ou les applatir à coups de marteau, on trouva, que l'eau ne pouvoit être condensée, mais qu'elle s'écouloit de tous côtés en maniere de rosée par les pores de ces metaux, de sorte que l'on faisoit suinter de l'eau par les pores de ces bales, à proportion que l'on diminuoit davantage leur cavité intérieure, soit en les comprimant, ou en les frappant. C'est ce qui a été demontré pour la premiere fois par les Philosophes de Florence, & ensuite par Monsieur Boyle & quelques autres. Je n'ai pas remarqué qu'il y eût aucune différence, soit que l'on se servît pour cet effet d'eau commune, ou que l'on fît d'abord sortir de l'eau l'air qui s'y trouvoit. On doit conclure de-là, que les particules de l'eau sont fort dures, de sorte qu'elles ne changent pas facilement de figure, & qu'elles ne remplissent pas les interstices qui se trouvent entr'elles. La dureté des parties de l'eau est cause, que l'on sent beaucoup de douleur, lorsqu'on frappe rudement l'eau avec la paume de la main; on peut même briser en pieces une planche qui flotte sur l'eau avec la même facilité que si on la frappoit sur une pierre bien dure. Lorsqu'on tire obliquement dans l'eau un fusil, chargé de bales de plomb, ces bales s'applatissent du côté avec lequel elles frappent l'eau, comme si elles eussent été

lancées

lancées contre quelque pierre : bien plus, si on les tire dans l'eau avec beaucoup de poudre, elles sautent en plusieurs pieces, (a) par la grande rapidité avec laquelle elles sont portées contre l'eau.

§. 860. Les parties de l'eau s'attirent réciproquement avec beaucoup de force, de sorte qu'on ne peut les séparer que fort difficilement les unes des autres, comme il paroit par les expériences, dont Monsieur Petit a donné la description dans l'Histoire de l'Academie Royale des Sciences, an. 1731. On prit une aiguille mince, nette, & seche, que l'on mit sur l'eau, sur laquelle elle nagea ; elle fit bien un creux sur la surface de l'eau par sa pesanteur, mais elle ne put en séparer les parties : mais si on se sert d'eau chaude pour faire cette expérience, l'aiguille tombe au fond ; parce que les parties de l'eau chaude tiennent moins fortement les unes aux autres : la raison en est, que le feu dilate les parties de l'eau, & les tient dans un mouvement continuel. Lorsqu'on mouille l'aiguille, avant que de la poser sur l'eau, elle s'y enfonce, parce que les parties de l'eau s'attirent d'abord mutuellement, & poussent par consequent l'aiguille en-bas. Ajoutons encore à cela, que l'eau dont on humecte l'aiguille, prend la place des particules de l'air, qui y étoient auparavant suspenduës lorsque l'aiguille étoit seche, & formoient comme un Corps particulier plus leger que l'eau, au lieu-que l'acier seul de l'aiguille est plus pesant que l'eau. Les parties de l'eau ne se séparent donc pas facilement les unes des autres, il faut que les Corps, qui ont une plus grande surface par rapport à leur poids, flottent d'autant plus facilement sur l'eau. Si l'on prend une petite plaque de cuivre, large de $2\frac{1}{4}$ lignes, longue de 4 pouces, de l'épaisseur de $\frac{1}{4}$ ligne, & du poids de 30 grains, & qu'on la pose sur l'eau, elle nagera dessus. Une autre petite plaque de cuivre, large de 7 lignes, longue de 6 pouces, & qui pese deux dragmes & 25 grains, flotte aussi sur l'eau. Des feuilles d'or, d'argent, d'étaim, & de plomb, bien battuës & bien minces, nagent de la même maniere, & ne s'enfoncent sous l'eau qu'avec beaucoup de peine : ce qui vient en partie de ce que les surfaces de ces petites feuilles battuës sont enduites de graisse (car on les bat entre des peaux de mouton qui sont grasses) : cela vient aussi de ce que les particules de l'air s'attachent aux surfaces, & que celles de l'eau ne se séparent pas aisément les unes des autres. Il arrive de-là, que si l'on met sur l'eau une petite feuille d'or quarrée, qui ait été battuë, dont les côtés soient de 3 pouces 3 lignes, on pourra la charger de divers petits poids, & même jusqu'à quatre dragmes, avant qu'elle s'enfonce : Et, si l'on prend une petite feuille de cuivre, on pourra mettre dessus jusqu'à une once, parce qu'elle ne se rompt pas si aisément, que la feuille d'or battuë. Les surfaces grasses de ces petites feuilles de métal sont attirées par l'huile, & n'en sont pas repoussées, comme elles le sont par l'eau, & c'est pour cette raison que lorsqu'on les pose sur l'huile d'olive ou sur celle d'amande, elles ne peuvent y supporter un si pesant fardeau, que lorsqu'elles

(a) *Hist. de l'Acad. Roy.* an. 1705.

lorſqu'elles ſe trouvent ſur l'eau, mais elles s'enfoncent bien plutôt & ſe précipitent au fond, quoique les parties de l'huile ſoient d'ailleurs bien plus viſqueuſes, & ſe ſéparent bien plus difficilement les unes des autres, que ne ſont celles de l'eau.

§. 861. La peſanteur ſpécifique de l'eau eſt à l'égard de celle de l'or, comme 1000 à 19640. Mais ces peſanteurs différent en hiver & en été. En hyver, tous les Corps ſont plus denſes & plus peſans : en été, la chaleur raréfie tous les Corps ; mais ces condenſations & ces raréfactions ne ſont pas les mêmes dans tous les Corps, quoiqu'ils ſoient également chauds, parce qu'elles dépendent, tant de la cohéſion des parties, que de leur peſanteur. Il ſuit de-là, qu'on doit remarquer tous les jours de la différence dans la peſanteur ſpécifique de l'eau, ce qui eſt confirmé par l'expérience ; de ſorte qu'un pied cubique rhenan d'eau, qui peſe environ 64 livres en été, ſe trouvera être en hiver de preſque 65 livres. Cette peſanteur ſpécifique de l'eau à l'égard de l'or nous a porté à conclure au §. 42, que les particules de l'eau ſont poreuſes : nous pouvons encore tirer cette même concluſion de ſa grande tranſparence, car les gens de mer rapportent, qu'ils peuvent voir ſouvent le fond de la mer, quoiqu'elle ait juſqu'a cent pieds de profondeur, & même quelquefois davantage. Cela ne ſeroit pas du tout poſſible, ſi la lumiere s'inſinuoit ſeulement entre les interſtices des particules de l'eau, ſans qu'il y eût en même temps un grand nombre de pores à travers leſquels elle pénétrât. D'ailleurs ſi l'eau n'étoit pas poreuſe, le feu ne pourroit jamais la raréfier ſi fort; car la raréfaction des fluides ne vient pas ſeulement de ce que le feu ſépare les parties, mais il y pénétre auſſi, & les éloigne les unes des autres, de ſorte que chacune d'elles ſe raréfie & occupe un plus grand eſpace.

§. 862. Les parties de l'eau ne ſont donc pas les élemens, ou les plus ſubtiles particules des Corps, mais ce ſont de petites maſſes, formées de moindres particules entaſſées les unes ſur les autres, leſquelles ſe trouvent peut-être encore compoſées d'autres plus petits Corps, qui ſont enfin les élémens des Corps. Ces élémens poſés les uns ſur les autres forment alors de petites maſſes poreuſes, & celles-ci, réunies de nouveau, forment encore de plus grandes maſſes avec de larges pores.

§. 863. Nous conjecturons que les particules de l'eau ſont de petites boules rondes, quoiqu'on ne puiſſe les découvrir à l'aide du Microſcope, à cauſe de leur fineſſe & de leur tranſparence. Voici les raiſons qui nous portent à faire cette conjecture. 1°. Parce que tous les fluides que nous connoiſſons, & dont nous appercevons les parties par le moyen des Microſcopes, ſont compoſés de globules. 2°. Parce que l'eau eſt fort douce, car ſoit qu'on la jette dans l'œil ou qu'on la verſe ſur une playe, elle n'y cauſera aucune douleur, pourvu qu'elle ſoit tiede & bien pure. L'eau n'a non plus ni gout ni odeur. Si elle étoit compoſée de parties aiguës, ou angulaires ou tranchantes, elle n'auroit certainement pas cette douceur qu'on lui remarque, & elle ne ſeroit pas ſans gout ou ſans odeur.

3°. L'eau eſt fort fluide, & elle ſe meut fort aiſément. Or de tous les Corps compoſés, il n'y en a aucun dont les parties roulent avec plus de facilité les unes ſur les autres, que ceux qui ſont de figure ſphérique. 4°. Lorſqu'on conſidere à l'aide d'un Microſcope les vapeurs qui s'élevent dans une chambre obſcure, & qui paſſent à travers un rayon du Soleil, elles ne paroiſſent que comme des globules, qui ſont autant de petites goutes. 5°. Comme les plus groſſes parties s'attirent d'une maniere uniforme, & qu'elles forment par conſequent des goutes ſphériques, il y a toute apparence, que les parties les plus menuës s'attirent auſſi réciproquement d'une maniere uniforme, & qu'elles ſe forment de même en petites boules.

§. 864. Les parties de l'eau ſont ſi fines, qu'on n'a pu encore les découvrir juſqu'à préſent à l'aide des Microſcopes qui nous ſont connus. C'eſt pour cela qu'elles pénétrent juſques dans les plus petits vaiſſeaux des plantes & des animaux, & qu'elles paſſent auſſi à travers les pores des métaux, comme nous l'avons vu au §.858. Monſieur Nieuwentyt a conclu des vapeurs qui s'élevent de l'Eolipile, que, ſi l'on trempe tant ſoit peu la pointe d'une aiguille fine dans l'eau, en ſorte qu'il ne s'y en attache qu'une très-petite quantité, cette quantité qui y ſera ſuſpenduë ſe trouvera compoſée de 13000 parties, & peut-être même d'un plus grand nombre. On ne peut rien déterminer ſur cela : nous ne ſçavons pas non plus, ſi toutes les parties de l'eau ſont égales entr'elles, ou ſi elles différent en grandeur. C'eſt en vain que les Philoſophes diſputent entr'eux ſur cette matiere : ils diſent, que l'on doit obſerver pour cet effet, quelles ſont les eaux qui ſont le plutôt ſuſceptibles de chaleur, ſi il y en a qui ſoient plus déterſives que les autres, ou qui faſſent fondre le ſavon avec plus de facilité. C'eſt ſur ces obſervations que leurs preuves ſont appuyées, mais ces preuves ne ſont rien moins que ſolides, & on ne peut abſolument y faire aucun fond.

§. 865. Quelque menuës que ſoient les parties de l'eau, elles ne paſſent cependant jamais à travers les pores du verre : car on a trouvé qu'une bouteille pleine d'eau, que l'on avoit gardée pendant l'eſpace de cent cinquante ans, ne laiſſoit pas de contenir après ce terme la même quantité d'eau, dont on l'avoit remplie auparavant.

§. 866. Lorſqu'on met de l'eau ſur le feu dans un pot, elle devient chaude & ſe raréfie, de ſorte qu'elle augmente de la $\frac{1}{26}$ partie de ſon volume, à compter du point d'où elle commence à ſe geler, juſqu'à ce qu'elle bouille : cela ſe fait également, ſoit qu'elle ſe trouve pleine d'air, ou qu'on l'en ait pompé. Elle fait enſuite ſur le feu un certain bruit, & nous diſons alors que l'eau eſt ſur le point de bouillir, ce qui arrive lorſque les bulles d'air commencent à en être expulſées ; enfin elle commence à bouillir, formant des ondes ſur ſa ſurface, & faiſant en même temps un autre bruit, mais plus ſourd & moins éclatant que le premier. Tandis que tout cela ſe paſſe de cette maniere, un grand nombre de parties ſe diſſipent & s'évaporent. Le bruit que fait l'eau qui bout, diffé-

re,

re, selon que le pot est de terre ou de métal, & selon qu'il rend un son clair ou sourd : car le bruit que fait l'eau est produit par ses parties, que le feu fait d'abord partir du fond du pot ou du chaudron, en les élevant fort haut, & qui retombent ensuite par leur propre poids sur ce même fond, lequel en est frappé comme par autant de petits marteaux. Il arrive de-là, qu'on doit entendre le même bruit, que si l'on frappoit legérement par-dehors sur le pot ou sur le chaudron, & par consequent ce bruit dépend du son que rend le pot, ou de son élasticité.

Lorsque le feu a pénétré l'eau en grande quantité, tout ce qui en vient de plus dans la suite s'éleve en-haut : il souleve l'eau, & par consequent sa surface, & fait qu'elle paroît comme une Mer orageuse toute pleine de vagues : car l'eau ne peut contenir en elle-même qu'une certaine quantité de particules de feu.

§. 867. Le Baron Verulam a observé, que l'eau courante des Rivieres s'évaporoit moins, que l'eau dormante des Lacs ou des Marais, quoiqu'il ne laisse pas de s'élever des Rivieres une grande quantité de vapeurs. La raison en est, que dans les Marais les parties supérieures de l'eau sont le plus exposées aux rayons du Soleil, & en sont aussi plus échauffées que celles de l'eau d'un fleuve, d'où il arrive par consequent qu'elles doivent s'évaporer beaucoup davantage que ces dernieres. En effet, les parties de l'eau d'un fleuve se trouvent à peine exposées sur sa surface, qu'elles sont un moment après précipitées au fond, de sorte que le Soleil ne dardant sur elles ses rayons que pendant très-peu de temps, elles n'en peuvent non plus recevoir que fort peu de chaleur. 2°. Quand même l'eau dormante des Marais, & l'eau courante des Rivieres seroient également échauffées par la chaleur du Soleil, celle des Rivieres s'évaporeroit cependant beaucoup moins que celle des Marais, & cela par la raison que voici. L'eau courante des Rivieres descend sur un plan incliné, & par consequent lorsque les rayons du Soleil doivent la faire monter, il faut qu'ils surmontent auparavant ce mouvement d'inclinaison, & après qu'ils l'ont surmonté, ils ne peuvent agir sur l'eau de Riviere, que de la même maniere dont ils agissent avec toutes leurs forces sur celle des Marais. Or il faut dans ce cas, que la chaleur du Soleil perde premierement beaucoup de ses forces, avant que de pouvoir surmonter ce mouvement d'inclinaison, & par consequent elle ne peut élever l'eau en vapeurs, que par le moyen des forces qui lui restent.

§. 868. L'eau bouillie s'évapore-t-elle moins que celle qui ne l'est pas ? C'est le sentiment de Verulam, qui se fondoit sur cette supposition, que les parties de l'eau ne sont pas toutes également subtiles ; & que les plus fines venant à se dissiper par la coction, les plus grossieres ne pouvoient s'évaporer avec autant de facilité à cause de leur pesanteur. Si l'on met sur le feu une fiole ou matras pleine d'eau, & dont le cou soit de la longueur de 16 pouces, l'eau ne cessera, après que l'air en sera sorti, de s'évaporer dans le vuide en-haut par l'ouvertute supérieure : on ne sçait pas jusqu'à présent, quelle est la hauteur à laquelle ces vapeurs

 chaudes

chaudes peuvent s'élever dans le vuide ; mais on ſçait à l'égard du mercure, que, quelle que ſoit la force avec laquelle on le faſſe bouillir, il ne s'éleve jamais ſous la forme de vapeurs, que juſqu'à la hauteur de trois pouces, & qu'il retombe enſuite lorſqu'il s'eſt refroidi, ou lorſqu'il a perdu le mouvement qui le faiſoit monter.

§. 869. C'eſt pourquoi l'eau s'évapore moins que le brandevin, mais elle s'évapore davantage que le mercure ? Cela ne dépendroit-il pas de la peſanteur des parties, & de leur vertu attractive ? Or cette peſanteur & cette vertu ſont moindres dans l'eſprit de vin que dans l'eau, & moindres dans l'eau que dans le mercure.

Pl. X. Fig. 7. §. 870. Tandis que la vapeur de l'eau eſt chaude, elle ſe raréfie beaucoup & a une grande vertu élaſtique, reſſemblant alors en quelque ſorte à l'air. Cela paroît par l'Eolipile, qui, étant à demi rempli d'eau, & mis ſur le feu, en ſorte que la partie A ſoit deſſous, & par conſequent dans une ſituation oppoſée à celle qui eſt repréſentée dans cette figure, fait ſortir avec beaucoup de violence par l'ouverture étroite C une vapeur ſemblable à l'air, & qui peut faire raiſonner une flute, & allumer un charbon de feu, de la même maniere que cela ſe remarque dans les plus grands ſoufflets pleins d'air, & cela ſans donner la moindre marque d'extinction. Mais ſi l'on retourne l'Eolipile, comme il eſt repréſenté dans cette figure, l'eau tombe dans le tuyau B C, & la vapeur couvrant la partie ſupérieure A, comprime l'eau avec beaucoup de violence, & la fait ſortir du tuyau B C ſous la forme d'une fontaine, qui jaillit juſqu'à la hauteur de 20 pieds. Lorſque cette vapeur eſt renfermée, elle ſe raréfie avec une force incroyable, ce qu'on peut remarquer quand on met ſur le feu une petite boule de verre qui contient une goute d'eau ; car auſſi-tôt que l'eau s'eſt convertie en vapeur, elle rompt la boule de verre en piéces, en faiſant en même temps un bruit, qui eſt comme celui d'un coup de piſtolet. Cette vapeur a même beaucoup plus de force que la poudre à canon, qui étant renfermée dans une ſemblable boule de verre, & en même peſanteur que la goute d'eau, s'allume & ſaute, mais avec beaucoup moins de violence que ne fait la vapeur de l'eau.

Pl. X. Fig. 8. §. 871. Lorſqu'on met des os de bœuf, ou d'autres Corps durs dans un fort & peſant pot de métal A B, qui eſt de l'invention de Monſieur Papin, & que l'on couvre alors le pot en-haut avec un couvercle, en le fermant éxactement par le moyen de quatre vis, bien fortes, comme cela ſe voit repréſenté dans la figure, de ſorte qu'il n'en puiſſe ſortir aucune exhalaiſon, & qu'on le mette ſur le feu juſqu'à ce que l'eau bouille ; alors la vapeur qui s'eſt raſſemblée dans la partie ſupérieure du pot, preſſe l'eau en-bas ſi fortement, qu'elle s'ouvre avec violence un paſſage à travers les pores des os, & de tous les autres Corps qui ſe trouvent renfermés dans le pot, ſéparant toutes leurs parties les unes des autres, d'où il arrive que ces os deviennent non ſeulement mous, mais même auſſi caſſans que la craye, & qu'étant privés de toute leur moëlle, on peut les briſer ſans peine avec les doigts.

§. 872.

§. 872. La vapeur de l'eau agit avec tant de force, qu'on peut mouvoir par ſon moyen de très-grandes machines, & faire agir des pompes, à l'aide deſquelles on peut élever l'eau juſqu'à une hauteur conſidérable. On peut même en faire auſſi des Fontaines. J'ai moi-même une ſemblable machine, qui, à l'aide d'une très-petite quantité de vapeur chaude, du poids d'environ 13 grains, peut faire jaillir l'eau juſqu'à la hauteur de 40 pieds, & même juſqu'à la hauteur de 50 pieds, lorſqu'on a ſoin de rendre cette vapeur fort chaude. J'en donnerai ici une courte deſcription. A eſt un pot de cuivre, dans lequel on verſe de l'eau par le trou C du couvercle juſqu'à la hauteur du robinet B, qui n'a d'autre uſage que pour faire écouler l'eau, lorſqu'on en a verſé plus qu'il n'en faut. Le pot eſt poſé ſur un bord dans le fourneau D, où l'on allume le feu. D eſt la porte du foyer, E celle du cendrier, & *fff*, les ouvertures pour la fumée. Le trou C du couvercle eſt fermé avec un bouchon de cuivre mobile, mais comprimé par un levier, auquel un poids ſe trouve ſuſpendu. On laiſſe ce bouchon détaché & mobile, parce que ſi on allumoit un trop grand feu ſous le pot, il ne manqueroit pas de ſe briſer en piéces avec autant de violence, que pourroit faire une bombe pleine de poudre à canon; mais le bouchon étant détaché s'éleve de même que le levier, & alors la vapeur ſe diſſipe par le trou, ce qui empêche que le pot ne ſe briſe. F eſt un robinet ſur le couvercle, par lequel on peut auſſi faire ſortir la vapeur de l'eau, & ſçavoir ſi il y a encore de l'eau dans le pot ou ſi il n'y en a plus. Il y a encore ſur le couvercle un tuyau G G, par lequel la vapeur eſt conduite dans le vaiſſeau de cuivre H. Proche de Y eſt un robinet, que l'on tourne à l'aide de la manivelle L, & dont l'uſage eſt de fermer ou d'ouvrir la communication du tuyau G avec le vaiſſeau H. Au-deſſous du vaiſſeau H eſt placé un tuyau courbe I, I, qui ſe termine une en piéce K, ſur laquelle proche de M eſt une ſoupape qui s'ouvre de bas en-haut, & qui donne par conſequent paſſage à l'eau pour s'écouler du vaiſſeau H, I, K dans le tuyau O O, vers en-haut. En-bas proche de N eſt une autre ſoupape, qui s'ouvre auſſi de bas en-haut, & par laquelle l'eau qui monte dans le tuyau R P, ſe rend en K, I, & remplit le vaiſſeau H. Maintenant, pour concevoir l'action de cette machine, que l'on ſuppoſe que le pot A ſoit rempli d'eau juſqu'à la hauteur B, & qu'on ait fait bouillir cette eau à l'aide du feu, & par conſequent que la partie ſupérieure du pot ſoit remplie de vapeurs. Si on ouvre alors le robinet Y, la vapeur s'exhalera par le tuyau G G pour ſe rendre dans le vaiſſeau H, dont elle chaſſera l'air, de même que de I, I, & Y, & cet air fermera alors la ſoupape inférieure N, mais il ouvrira la ſupérieure proche de M. Si l'on referme ſur le champ le vaiſſeau H avec le robinet K, ce vaiſſeau ſe trouvera ſans air, & la ſoupape M venant à tomber empêchera que l'air ne vienne d'en-haut par le tuyau O O; c'eſt pourquoi l'air de notre atmoſphére comprimera l'eau R, qui eſt dans le ſeau Q, & la fera monter en-haut par le tuyau R P, de ſorte que l'eau ſoulevant la ſoupape N, continuera de s'avancer, Pl. X. Fig. 9.

& ira remplir les tuyaux K, I, I, & le vaiſſeau H. Si l'on ouvre enſuite le robinet Y, pour donner lieu à la vapeur du pot de ſe rendre dans le vaiſſeau H, cette vapeur comprimera d'abord l'eau en H, & l'eau pouſſée en-bas par les tuyaux I, I, K, ira lever la ſoupape M, & montera en-haut avec une grande célérité par le tuyau O O. Si ce tuyau étoit droit, & qu'il eût en-haut une petite ouverture, le rayon d'eau s'éleveroit alors jusqu'à la hauteur que nous avons indiquée ; mais lorſqu'on veut faire cette expérience dans une chambre, on ſe ſert d'un tuyau recourbé par en-haut, lequel verſe l'eau dans le baſſin S. Auſſi-tôt que l'eau s'eſt écoulée du vaiſſeau, on referme le robinet Y, afin qu'il ſe raſſemble une nouvelle vapeur dans le pot A, & ſur ces entrefaites il s'éleve d'autre eau du ſeau Q dans le vaiſſeau vuide H ; car dès que ce vaiſſeau eſt vuide d'eau, il ſe trouve auſſi vuide d'air, de ſorte que le poids de l'atmoſphére comprime l'eau par en-bas, comme cela ſe faiſoit la premiere fois, & que l'eau remplit entierement le vaiſſeau H. Lorſqu'on rend le feu du fourneau D un peu ardent, on peut remplir & déſemplir le vaiſſeau H huit ou dix fois dans l'eſpace d'une minute. Quand on ſe ſert du baſſin ſupérieur S, il ne manqueroit pas d'être bien-tôt rempli d'eau, ſi elle ne ſe déchargeoit dans le tuyau, T V, qui s'ouvre dans ce baſſin, & qui conduit l'eau en-bas dans le ſeau. Lorſqu'on s'eſt ſervi pendant quelque temps de cette machine, le vaiſſeau H devient fort chaud, & la vapeur qui y demeure, reſteroit trop long-temps chaude & élaſtique, car tant qu'elle eſt chaude, elle ne ceſſe d'être élaſtique : ainſi, pour refroidir ce vaiſſeau, il y a dans le baſſin ſupérieur proche de X un autre tuyau avec un robinet Z, que l'on ouvre un peu, afin de faire écouler du baſſin ſupérieur dans le vaiſſeau H tant ſoit peu d'eau, qui ſe diſperſant en forme de pluye fort menuë dans le vaiſſeau H, refroidit la vapeur encore chaude, & lui fait perdre ſur le champ toute ſon élaſticité.

§. 873. Si on ſuppute les forces de cette vapeur, & qu'on les compare avec celles d'une égale quantité de poudre à canon qui prend feu, on trouvera, que la vapeur de l'eau agit avec beaucoup plus de violence que cette poudre.

Pour en être aſſûré, je pris un petit mortier de cuivre, que je chargeai de la meilleure poudre, commençant par le poids de cinq grains, & augmentant inſenſiblement juſqu'à quatorze grains ; je pris auſſi un diſque de plomb, de figure ronde & épais, que j'entourai de coton, afin de pouvoir mieux l'ajuſter dans le mortier, & qu'il ſerrât un peu, mais cependant pas trop. Ce diſque qui peſoit quatre onces & deux dragmes, ne fut que pouſſé hors du mortier par cinq grains de poudre, il fut jetté perpendiculairement en-haut juſqu'à la hauteur d'environ 20 pieds par dix grains, mais il me parut que treize grains le firent monter juſqu'à la hauteur de 50 pieds. L'effet que produiſit la vapeur de l'eau fut bien plus conſidérable. En effet, à l'aide du poids de 13 grains de vapeur d'eau je fis jaillir bien trois livres d'eau juſqu'à la hauteur de 40, & même de 50 pieds ; de ſorte que, par le moyen de la même quantité d'eau, je fis

ſauter juſqu'à cette hauteur du moins onze fois plus de poids, que quand je m'étois ſervi de la poudre. Lorſque je me contentois de chauffer legérement la machine, dont je viens de donner la deſcription, je pouvois faire jaillir fort facilement 550 livres d'eau juſqu'à la hauteur de 30 & 40 pieds, à l'aide d'une ſeule livre d'eau convertie en vapeur, quoique ce rayon d'eau ſe trouvât expoſé à un frottement conſidérable, & qu'il dût paſſer par des tuyaux d'un très-petit diamétre, & par une ouverture fort étroite. Les Mineurs ont ſupputé, que, lorſqu'on met le feu dans une Mine, à une livre de bonne poudre, on peut à peine faire ſauter une égale quantité de terre, mais on ne fait que l'ouvrir & la renverſer. Suivant les obſervations qui ont été communiquées à Monſieur Chevalier (*a*) par le Maréchal de Vauban, 140 ℔ de poudre ne peuvent faire ſauter que 30000 ℔, au-lieu qu'on peut élever 77000 ℔ avec 140 ℔ d'eau changée en vapeur, ce qui eſt plus que le double du poids précédent. On pourroit faire beaucoup d'uſage & retirer une grande utilité de cette vapeur, qui ſe raréfie ſi conſidérablement, ſi il étoit poſſible de convertir à la fois une grande quantité d'eau en vapeur, de même qu'on peut mettre le feu à autant de poudre que l'on veut; mais on n'a encore trouvé juſqu'à préſent aucun expédient, pour faire cela à l'aide de l'eau.

§. 874. La vapeur a plus ou moins de force, ſuivant qu'elle eſt plus ou moins chaude, car lorſqu'elle eſt fort chaude, elle agit avec trois fois & même quatre fois plus de violence: elle agit même encore davantage, lorſqu'on lui donne un degré de chaleur beaucoup plus grand, que celui qu'on doit communiquer à l'eau pour la faire bouillir.

§. 875. Comme l'effet que produit la vapeur eſt tout-à-fait ſurprenant, on demande & avec raiſon, quelle eſt peut être la cauſe qui la fait agir avec tant de force, tandis qu'elle perd cette même force dans un inſtant, lorſqu'elle vient à ſe refroidir? Je veux bien reconnoître que je ne conçois pas ce phénoméne, & que je ne puis en rendre raiſon; je découvre ſeulement, que c'eſt une Loi générale de la nature. Lorſque les parties des Corps ſe trouvent ſi ſéparées les unes des autres par l'action du feu, qu'elles ne peuvent plus s'attirer mutuellement, elles ſe repouſſent alors réciproquement avec beaucoup de violence, comme nous le remarquons dans toutes les effervеſcences, fermentations, ou lorſque les Corps ſe pourriſſent, & qu'ils périſſent par le feu; car tous ces changemens produiſent une eſpece de vapeur ou fluide, qui ſe raréfie d'une maniere ſurprenante. Le feu paroît être auſſi élaſtique, & lorſqu'il vient à ſe raréfier lui-même, & à dilater en même temps la vapeur, il produit toute la force en queſtion; mais dès que la vapeur vient à ſe refroidir, elle ſe condenſe & occupe moins d'eſpace. Nos connoiſſances ne s'étendent pas plus loin à l'égard de tout ce qui concerne ce phénoméne, & nous ne pouvons par conſequent en rien dire davantage juſqu'à préſent.

§. 876.

(*a*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1707.

§. 876. Quoique la vapeur de l'eau ſoit comprimée par le poids de notre atmoſphére, elle ne laiſſe pas de ſe dilater ſi prodigieuſement, qu'elle occupe un eſpace 14000 fois plus grand, que celui qu'elle occupoit auparavant, de ſorte qu'elle pourroit ſe dilater encore davantage, ſi elle ſe trouvoit dans une place où elle ne rencontreroit aucun obſtacle, & où elle ne ſeroit point comprimée. C'eſt ce qu'on a trouvé par pluſieurs obſervations, & on peut auſſi le démontrer fort facilement. Si on met une goute d'eau dans une boule de verre, qui ait un cou avec une petite ouverture, & qu'on mette cette boule ſur le feu, l'eau ne ſe ſera pas plutôt convertie en vapeur, qu'elle ſe raréfiera d'une terrible maniere & chaſſera tout l'air qui y eſt renfermé. Si on plonge le cou de cette boule dans le mercure, il y entrera & remplira preſque toute la boule, après que la vapeur ſe ſera refroidie; & ſi on le peſe enſuite, pour ſçavoir quelle eſt ſa peſanteur à l'égard d'une goute d'eau, on trouvera, que ſon poids eſt comme 14000 à 1. Monſieur Hauksbee ayant mis le feu à de la poudre, par le moyen d'un verre ardent, dans la partie ſupérieure du tuyau d'un Barométre, qui étoit rempli de mercure, trouva que cette poudre occupoit, en ſe dilatant, un eſpace 222 fois plus grand qu'auparavant: par conſequent, l'eau ſe raréfie 63 fois plus que la poudre. Si l'eau ſe dilatoit avec autant de célérité que la poudre, elle auroit alors 63 fois plus de force; car la vertu élaſtique eſt certainement compoſée de la grandeur & de la vîteſſe des dilatations. Or Meſſieurs Amontons & Belidor diſent qu'ils ont trouvé, que la poudre formoit, en ſe raréfiant, un volume 4000 fois plus grand qu'auparavant; cela poſé, l'eau doit par conſequent ſe dilater plus de trois fois davantage. *(a)* Lorſqu'on laiſſe tomber une goute d'eau ſur un fer ardent bien épais, elle s'évapore auſſi vîte qu'une égale quantité de poudre eſt allumée par le fer; de ſorte qu'une goute d'eau a plus de force qu'un grain de poudre: mais ſi l'on prend une goute d'eau de deux ou trois grains, la poudre ſera allumée, avant que cette goute d'eau ne ſoit réduite en vapeur par le fer ardent; par conſequent la raiſon de la force de la vapeur de cette plus groſſe goute d'eau ſera moindre par rapport à celle de la poudre: & comme une plus grande quantité d'eau petille plus longtemps ſur le fer, avant qu'elle ſe ſoit toute évaporée, au-lieu qu'un gros tas de poudre prend feu preſqu'auſſi vîte qu'une moindre quantité, la vapeur d'une grande quantité d'eau aura moins de force, à moins qu'on ne faſſe en ſorte que toute l'eau ſe convertiſſe en vapeur dans un inſtant. On voit par-là, pourquoi une ſeule goute d'eau agit avec tant de force dans une petite boule de verre, tandis qu'une grande quantité d'eau produit beaucoup moins d'effet dans la machine, qui eſt de l'invention de Mr. Papin, ou dans celle, avec laquelle on fait une fontaine par le moyen de la vapeur, puiſque 13 grains d'eau ne ſe changent que lentement en vapeurs, & que le plus prompt changement ne ſe fait que dans l'eſpace de

(a) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1707. *Miſcellan. Berolin.* Tom. 4. pag. 119.

de trois ſecondes, au-lieu que la poudre ſe trouve réduite en feu dans le temps d'une ſeconde. Il ne peut auſſi ſe former qu'un peu de vapeur dans la partie ſupérieure du pot de la machine, dont nous avons donné la deſcription, ou dans la machine de Papin, puiſque cette vapeur ainſi formée empêche, par ſon élaſticité & ſa preſſion, l'évaporation d'un plus grand nombre de parties d'eau; & ſi cela n'arrivoit, ces machines ſe trouveroient preſque continuellement expoſées au danger d'être briſées & miſes en piéces comme les bombes.

Il y a quelques Chymiſtes qui croyent, que toute la force de la poudre dépend de l'eau qui eſt dans le ſalpêtre, & que le feu réſout en une vapeur qui ſe raréfie, & qui a la force d'écarter & de diſperſer tout ce qu'elle rencontre: la grande chaleur des charbons ardens & du ſoufre ſeroit donc ici la cauſe de la grande violence avec laquelle l'eau du ſalpêtre ſe raréfie, & par conſequent on ne devroit plus être ſurpris de la force que l'on remarque dans la vapeur de l'eau bouillante. L'opinion de ces Sçavans n'eſt pas tout-à-fait ſans fondement, car les criſtaux de nitre ſont pleins d'eau; &, lorſqu'on jette un charbon de bois allumé ſur le ſalpêtre, lorſqu'il ſe fond ſur le feu dans un creuſet, on remarque qu'il s'enflamme d'abord avec violence & qu'il pétille avec force, comme ſi il étoit allumé par la vapeur qui ſort avec véhémence d'un Eolipile, parceque l'huile des charbons qui eſt alors en feu, détache & fait ſortir des criſtaux avec une terrible violence l'eau qui s'y trouve, & qu'il n'eſt guére poſſible d'expulſer autrement du ſalpêtre.

§. 877. Puiſque les parties de l'eau ſe convertiſſent en vapeurs avec une violence ſi extraordinaire, on peut donc demander, ſi elles ſe touchent alors davantage? Ou ſi elles agiſſent comme deux aimans qui ſe repouſſent l'un l'autre, ſans ſe toucher en aucune maniere? Ou bien, ſi il y a lieu de croire, que le feu raréfie chacune de ces particules, & rend par-là leur volume 14000 fois plus grand qu'auparavant?

§. 878. Comme la vapeur de l'eau eſt compoſée de particules fort déliées & ſéparées les unes des autres, elle s'inſinue facilement dans les pores des autres Corps, & ſur tout dans ceux des animaux & des plantes: elle humecte & relâche ſi fort ces Corps, que quelque durs & roides qu'ils ayent pu être auparavant, ils deviennent alors entierement ſouples & fléxibles. Cela paroît d'une maniere bien ſenſible dans ces planches épaiſſes de bois de chêne, leſquelles étant naturellement droites, ne laiſſent pourtant pas de pouvoir être pliées & recourbées, lorſqu'on veut s'en ſervir pour la fabrique des vaiſſeaux. Si l'on enferme ces planches pendant quelque temps dans une eſpece de caiſſe de bois, où l'on porte la vapeur de l'eau bouillante, on les rendra fort ſouples, de ſorte qu'on pourra leur donner toutes ſortes de courbures avec beaucoup plus de facilité, qu'on n'auroit pu faire auparavant en les brulant d'un côté avec le feu. On peut même faire perdre au bois toute ſa force, ſi on l'expoſe trop long-temps à la vapeur de l'eau. Les Chymiſtes ſuſpendent dans le chapiteau des vaiſſeaux, dont ils ſe ſervent pour diſtiller, la corne de

 cerf,

cerf, qui se réduit entierement en chaux par la vapeur de l'eau bouillante qui s'éleve en-haut. Cette vapeur chaude agit avec tant de force sur les Corps des animaux, qu'ils ne tardent pas à se corrompre & à se dissoudre. C'est pour cela qu'on voit naître parmi les hommes & les animaux des maladies pestilentielles & des fiévres chaudes, aussi-tôt que notre atmosphére devient chaud & humide. Les cadavres ne se corrompent jamais si vîte, que lorsqu'on les expose à un air chaud & humide.

Lorsque les Européens arriverent pour la premiere fois dans divers endroits de l'Amérique, ils y trouverent l'air chaud & humide, à cause de la grande quantité d'exhalaisons, qui s'élevoient des bois, & qui firent périr beaucoup de monde; mais après qu'ils eurent coupé & brulé ces bois, l'air en devint plus sec, & par consequent beaucoup plus sain.

§. 879. Lorsque l'eau bout dans un pot ouvert, elle a la plus grande chaleur qu'elle puisse recevoir, lorsqu'elle vient à être comprimée par le même poids de l'atmosphére, qui agit alors sur elle : & par consequent, soit que l'eau bouille fort peu de temps ou long-temps, soit qu'elle bouille avec force ou plus doucement elle ne devient pas, & n'est pas plus chaude, comme Monsieur Amontons l'a découvert & démontré par le moyen des Thermométres. Elle bout plutôt, lorsqu'elle se trouve moins comprimée par le poids de l'atmosphere ; elle bout fort vîte dans le vuide, comme le remarque Monsieur Huygens, & comme je l'ai aussi observé moi-même. En effet, ayant appliqué à la pompe pneumatique une petite fiole chimique, à demi pleine d'eau, & en ayant éxactement pompé tout l'air qu'elle contenoit, il ne me fut pas difficile de faire d'abord bouillir l'eau avec un très-petit charbon de feu, la petite fiole n'ayant reçu que 96 degrés de chaleur. Dans ce cas le feu raréfie l'eau, & lui fait former de grosses bulles, qui s'élevent de la même maniere, que quand on fait sortir de l'eau, à l'aide de la pompe pneumatique, l'air ou la matiere élastique qu'elle contient; mais elle ne fait point d'ondes. Si on continue à pomper avec la pompe pneumatique la vapeur élastique de cette fiole, tandis qu'elle bout sur le feu, on remarquera toujours le même phénoméne. Lorsque le poids de l'atmosphére est plus pesant, il faut que l'eau soit plus chaude avant que de bouillir dans un pot ouvert. Voilà ce qui en est à l'égard de l'eau, qui est exposée au grand air ; mais si on la renferme dans la machine de Monsieur Papin, & qu'on la mette sur le feu, on peut la rendre si chaude, que le plomb & l'étaim se fondront, quoiqu'on les y suspende au-milieu à des fils de cuivre, comme je l'ai souvent remarqué moi-même. On pourroit peut-être rendre l'eau ardente, si l'on avoit seulement des pots, qui fussent assez forts, pour l'y renfermer. Cela vient de ce que la vapeur qui est dans la partie supérieure de la machine de Papin comprime fortement l'eau par son élasticité, d'où il arrive qu'elle est comme pressée en en-bas par plusieurs atmosphéres, & qu'elle empeche par consequent le feu de monter en-haut ; c'est pourquoi il se rassemble dans cette eau une si grande

quantité

quantité de feu, qu'elle peut faire fondre l'étaim & le plomb, avant que de bouillir, car auſſi-tôt qu'elle bout, il eſt impoſſible qu'elle devienne plus chaude. Perſonne n'ignore, que ſi l'on touche en-dehors le deſſous d'un pot ou d'un chauderon de métal, dans lequel l'eau bout actuellement, on ne le trouve pas fort chaud, mais qu'auſſi-tôt que cette eau ne bout plus le fond du pot devient ſi chaud, qu'on eſt obligé d'en retirer la main ſur le champ. Quelle en eſt raiſon ? Il eſt ſouvent bien plus difficile d'expliquer & de démontrer ces ſortes de Phénoménes, qui ſe remarquent chaque jour, que bien des choſes beaucoup plus profondes & plus obſtruſes. Cela ne viendroit-il pas de ce que les pores du métal étant fort ouverts, donnent paſſage au feu, qui y entre librement de même que dans l'eau, où il trouve par conſequent un chemin tout frayé; au-lieu qu'auſſi-tôt que le métal commence à ſe refroidir, il ſe reſſerre, de ſorte que le feu n'y peut plus paſſer librement pour monter en-haut, & que venant à ſe diſperſer de tous côtés, il rend par-là le métal beaucoup plus chaud ? Ce phénoméne viendroit-il auſſi de ce que le feu inférieur choque le pot, qui eſt élaſtique, & que le pot choque l'eau, qui eſt en-dedans, ce qui eſt cauſe, que le mouvement des parties du pot ſe communique entierement aux parties de l'eau ; en ſorte que l'eau ſe trouve dans un mouvement violent, tandis que les parties du pot ſont en repos, & par conſequent ſans chaleur ; au-lieu qu'auſſi-tôt que le pot n'eſt plus ſur le feu, le feu qui ſe trouve dans l'eau, ſe diſperſe de tous côtés, & rend par conſequent le fond du pot plus chaud qu'il n'étoit auparavant ? Enfin n'y auroit il pas lieu de croire, que l'eau attire à elle tout le feu des autres Corps, & qu'elle l'abſorbe, de ſorte que tout le feu du fond & des côtés du pot va ſe rendre dans l'eau bouillante ? Cela paroit encore bien incertain.

§. 880. L'eau, qui bout dans un pot ouvert, reçoit ordinairement dans ce Pays cette chaleur, qui eſt marquée au 212me. dégré ſur le Thermométre de Monſieur Fahrenheyt. Par conſequent, ſi on jette dans l'eau des Corps beaucoup plus chauds, on entend un ſiflement violent, & on voit toutes les parties ſe ſéparer les unes des autres, & ſe jetter çà & là d'une maniere tout-à-fait incroyable. Cela ſe remarque, lorſqu'on verſe un peu d'eau dans de l'huile bouillante, dont la chaleur eſt de 600. degrés, ſuivant le Thermométre précedent : ou quand on jette quelque liquide dans le plomb fondu, ou lorſqu'on verſe du plomb fondu dans les formes humides. La même choſe arrive encore, lorſqu'il tombe un peu d'eau dans le cuivre fondu ; car ce métal ſe diſperſe alors avec tant de violence & de fracas, qu'il briſe & met en piéces tout ce qu'il rencontre.

On remarque auſſi quelque choſe de ſemblable, lorſqu'on verſe dans un mortier humide du ſel alcali fixe, qui eſt en fuſion. Il ſe peut, que les parties de l'eau ne peuvent ſupporter une ſi grande chaleur, ou que cette chaleur les raréfie beaucoup trop, & qu'elles ſe ſéparent alors les unes des autres en ſe briſant, ce qui produit alors un fracas ſi terrible & ſi épouvantable.

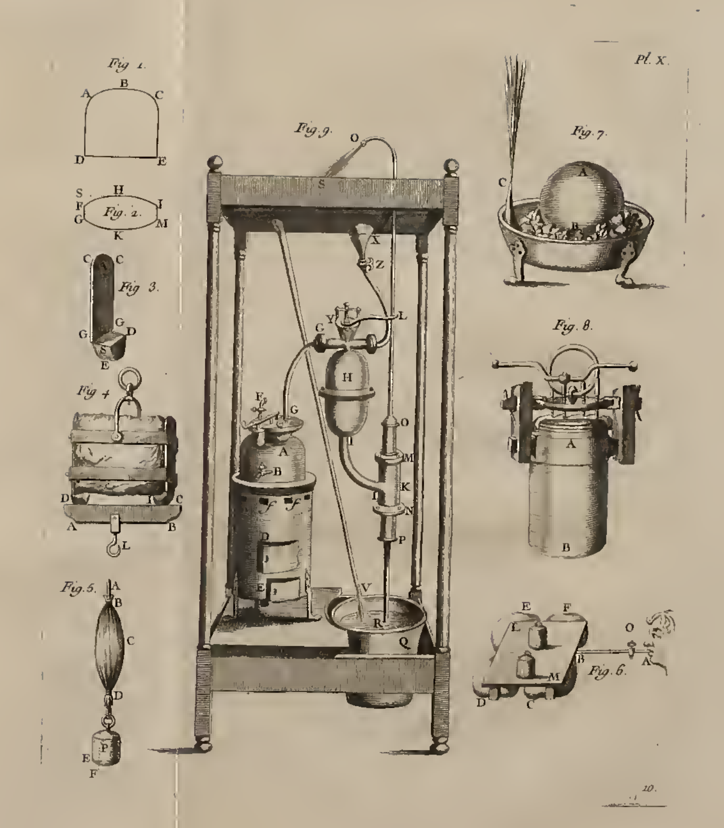
§. 881. On a obſervé, qu'il y a de l'air dans l'eau commune de pluye, & dans celle de puits. L'eau froide, qui ſe trouve dans ce Pays pendant le printems au 50me. degré de chaleur, étant miſe ſous un recipient de verre, dont on pompe l'air, commence à ſe décharger de l'air qu'elle contient, auſſi-tôt qu'on a pompé aſſez d'air pour que le mercure puiſſe monter dans ſon tuyau juſqu'à la hauteur de 26 pouces.

Plus l'eau eſt chaude, plutôt elle eſt déchargée de l'air qu'elle contient; de ſorte qu'il n'eſt pas beſoin dans ce cas d'avoir tiré l'air du recipient, juſqu'à ce que le mercure ſe ſoit élevé à la hauteur de 26 pouces. L'air, qui ſort d'abord, ſe manifeſte ſous la forme de petites bulles rondes, qui s'élevent du fond de l'eau, & vont crever ſur ſa ſuperficie: mais lorſque l'eau eſt chaude, ces bulles ſe raréfient davantage, & produiſent ſur la ſuperficie de l'eau un bouillonnement fort violent, qui fait plaiſir à voir, lorſqu'on continue à pomper l'air du recipient, ſous lequel ſe trouve le verre avec l'eau chaude.

§. 882. Lorſqu'on a pompé tout l'air, qui étoit renfermé dans l'eau, & qu'on la verſe dans une fiole, en y mettant enſuite une petite bulle d'air, l'eau ne tardera pas à ſe charger & à abſorber cette petite bulle: ſi on y met encore une autre petite bulle, elle ne manquera pas d'être auſſi bien-tôt abſorbée comme la premiere; la même choſe arrivera toujours, juſqu'à ce que l'eau ſoit imprégnée d'air; car elle n'attirera alors plus de bulles d'air, & elle ceſſera auſſi de les diſperſer. Les premieres bulles d'air ſe précipitent fort vîte dans l'eau, les autres qui les ſuivent s'y enfoncent beaucoup plus lentement, & toutes celles qui viennent après elles tardent auſſi d'autant plus à s'y précipiter, que l'eau ſe trouve déja plus remplie d'air. Quoique l'air ſe confonde ainſi avec l'eau, il ne ſe change pourtant pas en eau; car ſi on remet cette même eau ſous un verre, dont on ait ſoin de pomper l'air, il ne manquera pas de paroître de nouveau hors de l'eau, & on en verra même ſortir la même quantité qui y étoit contenuë. On ne doit pas croire, que cet air doit ſon origine à l'eau; car ayant gardé de l'eau ſans air pendant dix ans dans une fiole bien fermée, il n'en parut pas une ſeule bulle, lorſque j'ouvris cette fiole dans un verre où il n'y avoit point d'air.

§. 883. Il ſe trouve dans notre atmoſphére divers fluides élaſtiques, qui ſont différens de l'air, quoiqu'ils ayent quelque reſſemblance avec lui; ces fluides s'inſinuent auſſi dans l'eau; on les connoit à la grande élaſticité, dont ils ſont doués; car j'ai ſouvent remarqué, qu'une petite parcelle d'un ſemblable fluide, laquelle ne paroiſſoit d'abord que de la groſſeur d'un grain de ſable, ſe raréfioit ſous la forme d'une ſphére, qui avoit un pouce de diamétre, & même encore davantage, lorſqu'elle venoit à s'élever juſqu'à la ſuperficie de l'eau, d'où elle ſe dégageoit pour ſe diſperſer dans le vuide. Le même phénoméne ſe remarque encore mieux dans l'eau tiede.

§. 884. Lorſqu'on examine exactement, quelle eſt la peſanteur ſpécifique de l'eau pleine d'air, ou ſans air, on n'y remarque aucune différence,


Pl. X.
Fig 1.
A
B
C
D
E
Fig. 2.
S
H
F
I
G
M
K
Fig 3.
C
C
G
D
G
S
E
Fig 4
D
C
A
B
L
Fig. 5.
A
B
C
D
P
E
F
Fig. 9.
O
S
X
Z
Y
L
G
H
F
G
A
B
I
O
M
K
I
N
P
D
E
V
R
Q
Fig. 7.
A
C
B
Fig. 8.
A
B
E
F
L
O
B
A
M
Fig. 6.
D
C
20.

rence, si ce n'est que l'eau mêlée avec l'air est un peu plus raréfiée, que celle qui se trouve sans air ; c'est pourquoi l'air qui est dans l'eau a la même pesanteur spécifique que l'eau même. Cela peut nous faire connoitre en partie, de quelle maniere l'air se tient enfermé & caché dans l'eau. En effet, ou l'eau doit comprimer l'air, en sorte qu'elle devient 800 fois plus compacte, ce qui n'est pourtant pas croyable ; ou l'eau doit s'insinuer dans les pores & les interstices de l'air, d'où il arrive que les autres parties solides de l'air, & ses petits pores deviennent de même pesanteur spécifique que l'eau ; & comme l'air est 800 fois plus léger que l'eau, il arriveroit alors, que 800 pouces d'air & 800 pouces d'eau, supposé qu'ils fussent entierement pleins d'eau, ne feroient qu'un volume de 801 pouces ; on voit par conséquent, qu'il peut s'insinuer une grande quantité d'air dans l'eau, sans que l'eau se raréfie davantage, comme l'expérience le fait voir.

§. 885. L'air étant ainsi inprégné d'eau, sera aussi compacte que l'eau, suivant le §. 859, parce que ses parties solides sont aussi impénétrables que celles de l'eau, & que ses pores sont remplis d'eau. L'air, se trouvant dispersé dans l'eau, n'est pas du tout dans son état naturel, & il n'empêche pas non plus la fluidité de l'eau.

§. 886. Il y a aussi de l'air dans notre sang, & dans toutes les humeurs qui se trouvent dans les animaux ; mais cet air mêlé avec ces humeurs, ne les empeche pas de circuler dans les veines & dans les artéres, & n'agit par consequent pas davantage, que si il n'y étoit pas : cependant il ne peut se dégager facilement des parties des fluides, avec lesquels il se trouve mêlé, à moins qu'on ne le rende fort chaud, ou qu'on n'ôte la pression de l'atmosphere : ces deux choses n'arrivent jamais naturellement, ce qui fait que ce melange ne produit aucun accident, lequel ne manqueroit pas d'avoir d'abord des suites fâcheuses, & d'être même mortel, aussi-tôt que l'air viendroit à former des bulles ; car il s'oppose alors avec violence à la circulation des fluides, il produit des obstructions dans les veines, & est la cause d'une mort subite.

§. 887. L'eau fait fondre tous les sels, soit les fossiles, ou ceux que l'on tire des plantes & des animaux : Elle ne fond pourtant pas la même quantité de chacun de ces sels ; mais elle fond plus des uns, & moins des autres, suivant les recherches éxactes qu'en a faites l'illustre Monsieur Boerhaave, & comme il l'a démontré par des expériences. En effet, lorsque l'air, l'eau & les sels ont une chaleur de 38 degrés, il se fond deux onces de sel marin dans six onces & trois dragmes d'eau pure.

Une once de sel Gemme dans trois onces & deux dragmes d'eau.
Une once de sel Ammoniac dans trois onces & deux dragmes d'eau.
Neuf dragmes de Nitre dans six onces d'eau.
Une demi-once de Boraxe dans dix onces d'eau.
Une once d'Alun dans quatorze onces d'eau.
Une once de sel d'Ebsom dans une once & deux dragmes d'eau.
Une dragme & demi de Vitriol dans trois onces d'eau.

§. 888. J'ai expofé dans le Chapitre de l'attraction en quoi confifte cette folution, & de qu'elle maniere elle fe fait. Nous pouvons cependant ajoûter ici, que plus on fecoue l'eau, plus il s'y fond de fel, & plus vîte fe fait cette folution. Il en eft auffi de même à l'égard de l'eau chaude; car elle fond d'autant plus de fel & plus promptement, qu'elle eft plus chaude, parce que les parties de l'eau, étant mifes en mouvement foit par le feu ou en les fecouant, font comme de petits marteaux, qui brifent les particules de la maffe de fel en frappant continuellement deffus: cet effet eft d'autant plus violent, que ces particules font plus chaudes, c'eft-à-dire, qu'elles fe meuvent avec plus de force, ou qu'on les fecoue davantage. Lorfque les parties de fel fe trouvent brifées, l'eau peut alors les tenir féparées les unes des autres, & même en plus grand nombre, en les écartant & en les repouffant, auffi-tôt qu'elles commencent à s'unir & à fe joindre les unes aux autres; par confequent, l'eau chaude peut fondre plus de fel qu'elle n'en peut contenir de fondu lorfqu'elle s'eft refroidie.

§. 889. Il fe trouve des fels qui fe fondent plus vîte que d'autres; les fels alcalis font ceux qui fe fondent le plus vîte, le fel ammoniac fe fond plus lentement, & le borax le plus lentement de tous.

§. 890. Il y a encore quelque chofe de plus furprenant dans ces folutions. L'eau ne peut fondre qu'une certaine quantité de chaque fel; ainfi lorfqu'elle a fondu d'une forte de fel autant qu'il eft poffible, elle peut encore en fondre une autre forte, la diffolution du premier fel ne laiffant pas pour cela de refter auffi claire qu'elle étoit auparavant. Cela ne viendroit-il pas de ce que quelques particules de ce dernier fel, ayant une autre figure, peuvent s'infinuer dans les interftices que forment les premieres parties de fel? Cela paroît affez vraifemblable.

§. 891. L'eau fait encore fondre les huiles des plantes, qui ont déja été fort attenuées par la fermentation, comme l'efprit de vin, & l'alkool: mais cette folution ne fe fait pas, à moins qu'on ne fecoue l'eau avec cet efprit.

§. 892. L'eau fait auffi fondre toute forte de favons, foit naturels ou artificiels: & l'huile peut enfuite fe fondre dans l'eau, & s'unir avec elle, par le moyen de ces mêmes favons. C'eft ce qui fe remarque dans toutes les infufions & les décoctions des plantes; car l'huile, le fel, & la terre fe féparent des plantes, que l'on fait bouillir dans l'eau, & ces trois chofes fe trouvent dans les exhalaifons, & enfuite dans les décoctions brûlées: mais tout cela ne fe feroit pas mêlé avec l'eau, fi l'huile & le fel ne fe fuffent rencontrés dans les plantes fous la forme de favon.

§. 893. L'eau fond auffi tous les efprits acides, comme l'huile de vitriol, l'efprit de fel marin, de nitre, &c: pour rendre la folution de l'huile de vitriol parfaite, on doit la mêler avec quatre fois autant d'eau.

§. 894. L'eau ne manque pas de faire fondre prefque tous les Corps terreftres, lorfqu'ils fe trouvent premierement imprégnés de quelques efprits acides, que l'on a verfés deffus: c'eft ainfi que la craye fe fond dans l'eau, après qu'on a premierement verfé deffus beaucoup d'efprit de nitre.

§. 895.

§. 895. Comme les parties de l'eau ſont fort menuës, elles s'inſinuent ſans aucune peine dans les pores de tous les végétaux & autres Corps; & lorſqu'elles s'y ſont introduites, elles rendent ces Corps plus peſans, dilatent leurs parties en les écartant les unes des autres, les font gonfler de tous côtés, & les rendent comme bourſouflés avec une force extraordinaire : de ſorte que quand on ſuſpend un peſant fardeau à une corde ſeche, il ne manquera pas de s'élever, auſſi-tôt que la corde deviendra humide, puiſqu'elle ſe raccourcit en même-temps qu'elle devient plus épaiſſe; de ſorte que chaque filet de chanvre eſt alors comme une veſſie concave, Pl. X. fig. 5, qui a le poids P ſuſpendu à l'une de ſes extremités, & que l'on emplit d'eau ou que l'on enfle par l'ouverture ſupérieure AB, d'où il arrive que la veſſie devenant plus courte fait lever le poids P. Tous les bois ſe gonflent auſſi, lorſqu'on les mouille, & ils repouſſent avec une violence incroyable tout ce qu'on leur oppoſe; ces bois ſont compoſés de vaiſſeaux de même que le chanvre.

§. 896. L'eau éteint le feu de pluſieurs Corps qui brûlent, ce qui eſt d'une grande utilité & d'une grande reſſource pour les perſonnes, dont les maîſons & les meubles ſont en feu. Mais comment eſt-ce que l'eau éteint le feu? Cette découverte n'a été faite, qu'après bien des obſervations. Il n'y a que l'huile qui fournit de la nourriture au feu : lorſque le bois eſt en flamme, l'huile de ce bois eſt la ſeule choſe qui le fait brûler. L'huile bouillante a une chaleur de 600 degrés, ſuivant le Thermométre de Monſieur Fahrenheyt, l'huile qui brûle eſt encore plus chaude. Nous avons vu au §. 880, que l'eau expoſée au grand air ne pouvoit recevoir qu'une chaleur de 212 degrés, par conſequent l'eau ne peut donner de la nourriture à la flamme de l'huile, de ſorte qu'étant repanduë ſur des Corps embraſés, elle doit les refroidir d'abord : de plus l'eau abſorbe le feu de ces Corps, elle le diſſipe, d'où il arrive que leurs huiles ayant moins de 600 degrés de chaleur, doivent ceſſer de brûler.

§. 897. *En ſecond lieu :* Le feu s'amaſſe & ſe raſſemble de plus en plus dans les Corps qui brûlent, parce que les parties des Corps embraſés ſe frottent les unes contre les autres avec beaucoup de violence, & qu'elles attirent le feu par ce frottement qui ſe fait de tous côtés : mais ſi l'on jette de l'eau ſur les Corps embraſés, elle pénetre entre leurs parties, & empêche leur frottement violent, de la même maniere que ſi nous jettions de l'huile entre l'eſſieu des volans ou ailes d'un moulin à vent & le baſſinet; car on empêche par-là le frottement qui ne manqueroit pas de mettre l'eſſieu en feu. Les parties de l'eau, qui s'introduiſent auſſi entre les parties terreſtres & oléagineuſes des Corps embraſés, s'oppoſent de la même maniere au frottement, & font qu'il ne peut plus ſe raſſembler de nouveau feu, d'où il arrive qu'il s'éteint bientôt, parce qu'il ſe diſperſe ſur le champ de tous côtés.

§. 898. *En troiſiéme lieu :* La plupart des Corps qui ſont en feu, ne peuvent continuer de bruler, ſi ils ne ſe trouvent expoſés à un air libre; car dès-que l'on vient à empecher l'action de l'air, le feu ne manque pas de s'éteindre.

s'éteindre dans le moment. Couvrez le feu d'un pot de terre, & vous verrez qu'il l'étouffera fur le champ : mettez des charbons ardens dans un étouffoir, ou pot bien fermé, & bientôt après ces charbons fe trouveront entierement éteints. Lorfqu'on répand de l'eau fur les Corps embrafés, & tout autout d'eux, elle empêche auffi que l'air ne fe communique à l'embrafement, & elle le fait par conféquent ceffer en éteignant le feu. On étoit autrefois accoutumé d'éteindre de cette maniere le feu des maifons embrafées, en fe contentant de jetter deffus plufieurs feaux d'eau, qui arrêtoient la violence du feu en l'étouffant : mais aujourd'hui on a recours aux pompes à feu, à l'aide defquelles ont fait jaillir l'eau avec beaucoup de violence fur les matieres qui font en feu, & de cette maniere on fait entrer l'eau profondément dans les pores des parties qui brûlent, ce qui fait d'abord ceffer leur frottement.

§. 899. Cependant fi les parties du Corps qui eft en feu font tellement difpofées, que l'eau ne puiffe y pénétrer, on ne peut alors éteindre le feu à l'aide de l'eau; fur tout fi les Corps embraffés font plus légers que l'eau, & ne fe mêlent pas avec elle; car dans ce cas venant a s'élever fur le champ, ils flottent au-deffus d'elle, & on ne peut plus par conféquent les éteindre, en empêchant que l'air n'en approche. Cela a lieu dans la poix, qui eft en feu, dans l'huile, dans la graiffe, & dans le foufre; la même chofe arrive auffi à l'égard de la poudre à canon, du feu Grec découvert en l'année 680 après la naiffance de J. C. & dans l'efprit de vin éthéré, que l'on ne peut éteindre par le moyen de l'eau.

§. 900. De très-habile Chimiftes ont decouvert, que l'eau pouvoit être convertie en terre, foit naturellement, ou par le moyen de l'art. Monfieur Vignaire a dit, que l'eau diftillée mille fois, devenoit terre. Monfieur Boyle a confirmé cela, & il a même avancé, que cette terre étoit fi compacte, qu'on pouvoit la faire rougir au feu, fans qu'elle s'envolât. Monfieur Plot a trouvé, qu'ayant paffé dans du papier, & dans un linge mis en quatre doubles, de l'eau fallée d'une mine de Stafford, & que l'ayant fait enfuite bouillir après l'avoir ainfi purifiée elle fe changea prefque toute en une efpéce de gros fable. Monfieur Boërhaave n'a pas manqué de faire cette recherche, pour fçavoir ce qui en étoit à cet égard. Son fentiment eft, que l'eau ne fe change pas en terre; mais qu'elle demeure toujours fluide. Il foupçonne, que ces Chimiftes ont pu être trompés par la pouffiere ou les particules terreftres, qui flottent dans l'air, & qui tombant dans l'eau fe mêlent avec elle, lorfqu'on la verfe d'un verre dans un autre; que ces mêmes particules tombant enfuite au fond du verre, celles de l'eau s'évaporent à travers les ouvertures qui fe trouvent entre les bords des verres pofés les uns fur les autres, fans emporter avec elles les particules terreftres qui font tombées au fond du verre. Ainfi, fuivant le fentiment de ce grand homme, ces particules terreftres qui repofent au fond du verre, ont été prifes par ces Chimiftes pour de l'eau changée en terre, quoique ce ne foit autre chofe que cette même pouffiere, qui flottoit auparavant dans l'air.

§. 901.

§. 901. L'eau se prend en hyver par la gelée dans les Pays froids, & devient glace. La glace est un Corps dur & élastique qui se forme de l'eau avec divers phénoménes, suivant qu'elle est produite plus lentement ou plus vîte. Lorsque l'eau se gele lentement en hyver dans un verre, la glace commence à se former tout autour de la circonférence interne de ce verre, d'où partent ensuite comme des filets, qui vont aboutir vers le milieu, en formant avec les parois du verre divers angles, qui sont rarement droits ou de 60 degrés. Après ces premiers filets, il s'en forme de nouveaux, qui s'étendent d'une maniere fort irréguliere, & se rendent en-bas en suivant toute sorte de routes : leur diamétre n'augmente que très-lentement, sans que l'on puisse presque encore s'appercevoir qu'ils ayent quelque épaisseur, de sorte qu'ils paroissent alors comme des membranes minces & déliées, qui se dispersent confusément à travers l'eau. Plusieurs de ces membranes ou pellicules se réünissent les unes avec les autres, & forment en même-temps toute sorte d'angles : il s'en trouve d'autres, qui en se gelant, se placent les unes sur les autres ; quelques-unes d'entr'elles forment comme diverses couches, & renferment de cette maniere au-milieu d'elles l'eau qui est encore fluide, & qui venant aussi à se geler, produit avec les premieres membranes, la croute supérieure de la glace. La surface de cette croute est rude & inégale, & ressemble à celle des cristaux, qui ont par tout de fines gravures.

§. 902. Mais si il gele tout-à-coup & avec force, comme il arrive lorsque le froid est fort âpre, il se forme alors sur la surface de l'eau une mince membrane, qui partant des parois du verre va aboutir vers le milieu, étant posée sur cette surface dans une situation horizontale ; on voit naître bien-tôt après tout autour du verre de semblables membranes, qui aboutissent vers le milieu de l'eau, & paroissent sous la forme de triangles, dont les angles les plus aigus se portent vers le milieu ; ils sont aussi arrangés d'une maniere fort irréguliere, & représentent comme des couches, avec lesquelles ils forment la croute de la glace : lorsqu'on considére le dessous de cette croute, après l'avoir tirée de l'eau, on trouve qu'elle ne ressemble pas mal à une panse de vache.

§. 903. Jusques-là la glace n'a que trois lignes d'épaisseur, étant transparente & homogéne. A mesure que la croute s'épaissit davantage dans la suite, l'air & les fluides élastiques sortent de tous les endroits où ils se tenoient cachés ; ils forment d'abord de petites bulles, séparées les unes des autres, & de la grosseur d'une tête d'épingle : ils forment aussi quelquefois de petits tuyaux oblongs. Les bulles grossissent ensuite, plusieurs se réünissent & n'en font qu'une seule, de sorte qu'il s'en trouve quelques-unes dont le diamétre est d'un demi-pouce, & même d'un pouce entier, ce qui arrive, lorsqu'il fait un froid violent & de longue durée : la glace devient alors opaque, les bulles paroissent blanches, & l'opacité de la glace augmente, à mesure que ces bulles grossissent davantage.

§. 904. Cette sorte de glace surnage l'eau ; lorsqu'on la pese exactement, on la trouve plus legére que l'eau, & elle est toujours d'autant

plus legére, que ses bulles sont grandes & en plus grand nombre. La pesanteur de la glace est ordinairement à celle de l'eau, comme 8 à 9.

§. 905. La glace qui vient de l'eau commune, forme donc un plus grand volume, comme il paroît par sa pesanteur spécifique. Les Philosophes de l'Académie de Florence ont entrepris de confirmer cette vérité par un plus grand nombre d'expériences. Pour cet effet, ils remplirent d'eau une sphére d'or concave, qu'ils fermerent & mesurerent ensuite sa plus grande circonférence avec un cercle de métal : après que l'eau se fut gelée, la sphére devint beaucoup plus grosse, & se gonfla si fort, qu'il n'y eut plus moyen de la faire passer par le cercle de métal comme auparavant. Il étoit nécessaire de faire cette expérience, pour détruire l'erreur où l'on étoit autrefois, que l'eau venant à se geler, occupoit moins d'espace; & qu'au-lieu de dilater les vaisseaux, dans lesquels elle étoit contenuë, elles les faisoit rentrer en-dedans, & les rendoit plus petits, ce qui les faisoit crever. L'expérience de ces Philosophes a tout-à-fait dissipé cette erreur.

§. 906. La glace se dilate avec tant de violence, qu'elle rompt plusieurs vaisseaux de terre, de verre, de pierre & de métal, qu'elle fait fendre les arbres, même les vieux troncs les plus épais, & qu'elle rompt les branches ou qu'elle les rend si cassantes, que le moindre vent ou le poids de la neige qui tombe, les fait rompre. Bien-plus, lorsque la terre est gelée dans ce Pays en hyver, elle fait lever les seuils des portes de la ruë, & même des maisons entieres, quand le froid dure long-temps & qu'il est fort âpre. Monsieur Boyle a remarqué, que la glace renfermée dans un tuyau de cuivre qui avoit trois pouces de diamétre, levoit un poids de 74 ℔. Monsieur Huygens a observé, que l'eau renfermée dans le calibre d'un mousquet, & venant ensuite à se geler, faisoit crever ce calibre avec beaucoup de violence. Mais quelle est cette violence avec laquelle agit la glace ? Les Philosophes de Florence ont entrepris de le supputer, & de le faire voir d'une maniere éxacte & tout-à-fait juste. Ayant pris dans cette vuë une sphére de cuivre fort épaisse, dont la concavité avoit un pouce de diamétre, ils l'emplirent d'eau, la fermerent, & lorsque l'eau fut gelée, elle n'eut pas assez de force pour pouvoir rompre cette sphére. Ils ordonnerent ensuite qu'on la façonnât de nouveau au tour, pour diminuer également de tous côtés son épaisseur, & ayant fait geler l'eau dont ils l'avoient encore remplie, on ne cessa de tourner cette sphére jusqu'à ce que la glace eut la force de la faire crever. Ayant mesuré l'épaisseur du métal, & sçachant de quelle force il étoit suivant une épaisseur donnée, j'ai trouvé, que la force de cette sphére, dont le diamétre étoit d'un pouce, avoit été de 27720 ℔.

§. 907. La glace exposée au grand air, lorsqu'il gele, exhale continuellement beaucoup de vapeurs & devient plus legére. Un cube de glace, du poids de quatre onces, & suspendu dans l'air, tandis qu'il geloit, devint plus leger de quatre grains dans l'espace de 24 heures. Un autre glaçon, haut de 18 pouces, perdit en cinq jours la $\frac{1}{12}$ partie d'un

pouce.

pouce. Monſieur Perrault a trouvé, que quatre livres de glace perdirent une livre entiere de leur poids en 18 jours. Cela nous apprend, pourquoi la neige ſemble diſparoître de deſſus la terre, après qu'elle en a été couverte pendant quelques jours : cette évaporation des parties de la glace doit être attribuée aux rayons du Soleil, qui détachent continuellement ces petites parties, & les font exhaler.

§. 908. Lorſqu'on fait ſortir de l'eau tout l'air qu'elle contient, & qu'on la met enſuite dans le vuide ou dans une bouteille ſans air, & bien bouchée, expoſée au grand air, elle gelera plutôt que l'eau pleine d'air. Lorſque cette eau gele, on voit paroître les même phénoménes, dont j'ai parlé aux §. 901, 902; & la glace qui s'en forme eſt ſans bulles, homogéne, & par-tout la même. Cette glace eſt quelquefois plus tranſparente que la glace commune; mais elle paroit quelquefois beaucoup moins tranſparente : elle eſt auſſi beaucoup plus legére que l'eau ſur laquelle elle flotte, & elle ſe raréfie avec beaucoup de violence, briſant les bouteilles de verre, qu'elle met en piéces de la même maniere que fait la glace commune.

§. 909. Si l'on met un verre plein d'eau dans de la neige ou dans de la glace rapée, & qu'on mêle avec la neige certains ſels, comme le ſel marin, le ſel gemme, le ſel de fontaine, le ſel ammoniac, l'alûn, le vitriol, le borax, l'alkool de vin, l'eſprit de ſel marin, l'eſprit de ſalpêtre, l'eau forte, l'eau régale, &c. l'eau ſe gelera alors dans le verre auſſi-tôt que la neige ou la glace ſe fondra. Lorſqu'on verſe de l'eſprit de nitre ſur la glace, & qu'on met dedans un Thermométre, il ſurvient un grand froid, que l'on peut rendre ſi piquant & ſi âpre, que le mercure deſcendra de 40 degrés au-deſſous de 0. J'ai trouvé, qu'il n'y a rien de meilleur pour bien faire réüſſir cette expérience, que l'eſprit de nitre fait avec l'huile de vitriol, comme le preſcrit Monſieur Geofroy.

§. 910. On peut auſſi faire de la glace avec de l'eau de neige conſervée dans une cave, & qui s'eſt fonduë d'elle-même, car quand même cette eau auroit une chaleur de 50 degrés, elle ne laiſſera pas de devenir ſi froide, lorſqu'on y jettera du ſel ammoniac, qu'elle convertira ſur le champ en glace une autre eau que l'on aura miſe dans un autre verre au milieu de cette eau de neige.

§. 911. Il eſt vraiſemblable, que l'eau ſe change en glace, non parcequ'elle ſe trouve privée de feu, (quoique la glace ne contienne jamais beaucoup de feu) ni parce que les parties de l'eau qui étoient auparavant en mouvement, tandis qu'elles étoient fluides, demeurent alors en repos; mais, parce qu'il ſe mêle avec l'eau certains corpuſcules fort déliés qui viennent de notre atmoſphére, & produiſent une eſpece de fermentation avec elle, chaſſent le feu qui s'y trouve, & font que ſes parties deviennent adhérentes les unes aux autres, en s'inſinuant dans leurs pores, comme ſi l'on attachoit deux boules enſemble à l'aide d'un clou : ou dumoins ces corpuſcules s'introduiſent entre les particules de l'eau, & leur tiennent lieu d'une colle qui les unit les unes aux autres,

de même que l'eau eſt une eſpece de colle à l'égard des autres Corps ; dans leſquels elle pénétre, comme il en eſt par rapport au ſable & à la chaux que l'on met entre les pierres. Il faut que j'éclairciſſe cette penſée par quelques preuves, & que je faſſe voir ce qui nous a porté à propoſer ce ſentiment. Je commencerai donc par démontrer, que les parties de la glace ne ſont pas en repos, mais en mouvement.

1°. Les bulles d'air qui ſe trouvent dans la glace, deviennent tous les jours plus grandes, tandis que la gelée dure, ce qui ne peut arriver, à moins que ces bulles n'écartent les parties de la glace en les ſéparant les unes des autres, & qu'elles ne les pouſſent par conſequent hors de leur place. 2°. Lorſqu'il gele bien fort, la glace ne ceſſe de craquer : on n'entend jamais mieux ce craquement que dans les Marais, & il eſt produit par les parties qui ſe détachent & qui ſe dreſſent de telle maniere les unes contre les autres, lorſqu'elles ſont ſoûtenuës par les côtés, que la glace ſemble s'élever & ſe rompre, en ſe ſéparant, & qu'elle forme quelquefois des crevaſſes qui ſont de la longueur d'une demi-lieuë, & même d'une lieuë entiere. Ce phénoméne n'a pas lieu dans les endroits où il n'y a que peu d'eau, parce que les crevaſſes d'une petite quantité de glace ne ſont pas aſſez conſidérables pour produire cet effet. 3°. Nous avons dit au §. 907. que la glace s'évaporoit continuellement, & qu'elle devenoit plus legére : or cela ſeroit impoſſible ſi les parties de la glace n'étoient pas en mouvement, car autrement il ne pourroit s'en rien exhaler. 4°. Nous avons fait voir au §. 905. que la glace ſe raréfie avec une force ſi extraordinaire, qu'elle rompt les vaiſſeaux de métal & de pierre : or cette raréfaction ne ſe feroit pas, ſi les parties de la glace ne s'écartoient les unes des autres, c'eſt-à-dire, ſi elles n'étoient en mouvement. Tout ce mouvement ne dépend pas des bulles d'air qui ſe trouvent dans la glace, puiſque l'eau ſans air qui vient à ſe geler, ne laiſſe pas de ſe raréfier de la même maniere. Et quand même ce mouvement dépendroit des bulles d'air, les parties de la glace devroient pourtant être en mouvement, puiſque la glace ſe raréfie. On a cru, que cette raréfaction de la glace devoit être attribuée à l'air qui forme ces bulles ; mais ſi l'air qu'elles contiennent avoit une force ſi extraordinaire, elles devroient ſe diſſiper comme fait un vent violent, lorſqu'on perce la glace avec une aiguille juſqu'à ce que l'on touche quelqu'une de ces bulles, de même que l'air fortement comprimé s'échappe d'une cane-à-vent. De-plus, l'air renfermé dans ces bulles devroit auſſi rompre & faire ſauter en l'air la croute ſupérieure de la glace, & cela avec autant de violence, que la poudre à canon à laquelle on met le feu dans une Mine, fait ſauter & rompt la terre dont elle eſt couverte ; mais il ne ſe paſſe rien de tout cela dans la glace.

§. 912. Je n'ai jamais pu me perſuader juſqu'à préſent, que la glace ſe formât, uniquement parce que les parties du feu s'envolent de l'eau, & que les particules de l'eau, venant à ſe rapprocher mutuellement beaucoup davantage qu'auparavant, commençoient à adhérer les unes aux autres,

autres, & à former un Corps solide. En effet, si cela arrivoit, la glace seroit un Corps condensé, de la méme maniere que tous les Corps solides deviennent plus denses par le froid : mais il n'y a aucune sorte de glace qui ne soit plus rare que l'eau, & plus le froid est âpre & long, plus aussi la glace se gonfle & se raréfie. Il me semble, que cette raréfaction de l'eau sans air ne peut absolument se faire, que parce qu'il s'insinue dans l'eau certains corpuscules, qui écartent les parties de la glace les unes des autres, soit par leur grand nombre ou plutôt par leur mouvement, & qui la font par consequent gonfler, tandis qu'ils ne laissent pas de réduire l'eau en cristal; de sorte que les parties de l'eau se séparent dans un endroit, en même temps qu'elles se joignent & s'unissent ensemble dans un autre. Il faut certainement que cela arrive aussi, lorsque les bulles d'air grossissent chaque jour dans la glace commune par la longue durée de la gelée. C'est en effet une chose tout-à-fait inconcevable, comment les parties de la glace peuvent s'écarter si fort les unes des autres, que l'espace dans lequel est contenuë une petite bulle d'air augmente tous les jours, & devient 100000 fois plus grand qu'auparavant, quoique cette glace soit dure & qu'elle ait été formée depuis long-temps: il est impossible que cela puisse arriver, si les parties de la glace ne viennent à se rompre. L'air, que le froid condense beaucoup plus qu'aucun autre Corps, ne sçauroit produire ce gonflement, de sorte qu'il doit certainement se faire dans la glace une effervescence continuelle, qui en sépare les parties. Or il n'est pas possible, que l'effervescence puisse avoir lieu à l'égard de l'eau toute seule, il faut donc de nécessité qu'il survienne quelqu'autre corps qui produise cet effet. Comme je prévois qu'on ne manquera pas de former des objections contre ce sentiment, je vais entreprendre de le prouver d'une maniere convaincante par plusieurs autres preuves. Je commencerai donc par faire voir que le froid seul n'est pas la cause de la gelée.

§. 913. J'ai souvent remarqué en hyver, non-seulement pendant une année, mais encore pendant plusieurs, & même presque toutes les années, que, lorsqu'il commençoit à geler, le Mercure se trouvoit dans le Thermométre au 32 degré, & que la gelée ne laissoit pourtant pas de continuer, quoique le Mercure s'élevât jusqu'au 36 degré, & qu'il montât même jusqu'au 41 degré, au-lieu qu'il dégele ordinairement, quand le Mercure se trouve au 33 degré, & qu'il dégele même fortement quand il s'est élevé jusqu'au 36 & 40 degré. Par consequent, si la gelée ne dépendoit que de l'absence du feu, & que la fluidité de l'eau dût être attribuée à la présence du feu, il faudroit qu'il dégelât toujours, & non qu'il gelât, aussi-tôt que le Mercure se trouveroit au-dessus du 32 degré dans le Thermométre. J'ai fait cette observation à l'aide d'un Thermométre des plus éxacts, & qui étoit entierement sans air : j'avois aussi observé autrefois la même chose, en me servant d'autres Thermométres, remplis d'esprits, quoique je ne fasse pas tant de fond sur ces derniers, que sur le précédent. D'autres Sçavans, comme Monsieur Wolfius en

Allemagne, & Cyrillus à Naples, ont aussi remarqué la même chose, par le moyen des Thermométres remplis d'esprits. Cyrillus avance, que le Thermométre de Monsieur Hauksbee dont il se sert, montre la gelée, lorsqu'il est au 65 degré; mais il ajoute qu'il a trouvé par les observations qu'il a faites pendant plusieurs années, qu'il geloit déja, lorsque le fluide du même Thermométre ne s'étoit élevé que jusqu'au 55 degré; de sorte qu'on ne peut disconvenir, que, pour qu'il gele à Naples, il n'est pas besoin qu'il y fasse un si grand froid qu'à Londres, pour qu'il gele dans cette derniere Ville. (*a*) On ne doit pas oublier de faire attention, que la Planche graduée de ce Thermométre est autrement faite que la nôtre, & qu'elle commence au milieu du tuyau en en-bas, de sorte que quand ce Thermométre est au 55 degré, il montre un bien plus grand chaud, que lorsqu'il se trouve au 65 degré. Voyons aussi ce que dit sur cela le grand Naturaliste Monsieur Reamur en France. Il dit bien, & il a raison en cela, que l'eau gele, lorsqu'elle est parvenuë à un certain degré de froid: qu'elle ne gele pas dans un autre temps où elle est plus froide: qu'il dégele, lorsqu'il fait plus froid que quand il geloit. Je serois curieux de sçavoir, comment tout cela peut être, à moins que la gelée ne soit quelqu'autre chose que le froid seul? Mais de quelle maniere peut-on expliquer cela tout naturellement & facilement? Lorsqu'il se trouve dans l'air plusieurs particules qui forment la glace, l'eau se convertira en glace, quoique l'air soit alors chaud. Si il n'y a dans l'air que peu de ces mêmes particules, par lesquelles la glace est formée, il ne gelera que peu ou point du tout, quoique l'air soit alors froid.

§. 914. J'ai souvent remarqué au Printemps, tant au mois de Mars qu'au mois d'Avril, & même à la mi-Juin de l'année 1733, qu'après un jour serein & médiocrement chaud, il souffla la nuit suivante un vent d'Est & Nord-Est, accompagné d'une gelée qui glaça l'eau des canaux & les plantes. Il n'est pas concevable, que les plantes qui avoient été fort échauffées par la chaleur du jour, ayent pu être si vîte refroidies par ces vents, que leurs exhalaisons aqueuses se soient converties en glace: mais il est beaucoup plus vraisemblable, que ces vents avoient alors entraîné avec eux certaines particules qui forment la glace, & qui venant à tomber dans l'eau, la firent geler. Les vents d'Est ne produisent pas toujours cet effet, mais seulement quelquefois: au-lieu de ces particules ils sont accompagnés de pluye, de sorte qu'ils ne sont pas toujours ni la cause du froid, ni celle de la gelée, quoiqu'ils ayent traversé les mêmes Contrées.

§. 915. Lorsque nous faisons bien attention à la gelée, nous remarquons, qu'elle est fort différente dans le même Pays; car il arrive, qu'elle se fait sentir avec violence dans un endroit, tandis qu'il gele à peine dans la Contrée voisine; nous voyons en effet, qu'il gele quelquefois en même

(*a*) *Philosoph. Transf.* No. 430.

même temps avec beaucoup plus de force dans les Pays méridionaux, que dans les Pays ſeptentrionaux. Cela ne peut venir du défaut de chaleur, car il devroit s'enſuivre naturellement, que plus un Pays eſt méridional à notre égard, plus il eſt chaud, & que plus il eſt ſeptentrional, plus il eſt froid; de ſorte que quand il geleroit dans les Pays méridionaux, la gelée devroit être alors beaucoup plus violente dans les Pays ſeptentrionaux. Il devroit auſſi s'enſuivre, que dans un ſeul & même Pays il ne ſe trouveroit aucune différence à l'égard de la gelée, ſi les divers endroits où il gele étoient les uns proche des autres, & que la gelée fût une ſuite du froid. Or on ne voit pas que cela arrive : il gelera dans le Pays de Cleve, lorſqu'il dégelera en Gueldre; & il gelera à Utrecht, tandis qu'il fera un temps humide à Leyden.

Il geloit bien fort en Eſpagne en 1736, tandis qu'il faiſoit un temps humide en Hollande, & même dans d'autres Pays plus ſeptentrionaux. La gelée a auſſi été fort violente en 1737 à Veniſe, en Italie, en Eſpagne, quoiqu'il n'y ait eu ni froid ni gelée dans ce même temps pendant l'Hyver, tant en Hollande, qu'en pluſieurs endroits de l'Allemagne. Que devons-nous donc conclure de tout cela ? Que la gelée & le froid ſont deux choſes différentes; que la gelée dépend de certaines particules aëriennes, pouſſées par le vent tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre, & qui convertiſſent l'eau en glace par tout où elles ſont portées; de ſorte que ſi le vent vient à ſouffler, comme pourroit faire une langue fourchuë, & qu'il tranſporte en même temps ces particules, il pourra alors arriver, que deux Contrées ſeront attaquées de la gelée, tandis qu'il ne gelera pas dans une autre Contrée ſituée entre les deux précédentes.

§. 916. On peut auſſi conclure des effets, qu'il doit y avoir certaines particules étrangeres dans la glace, car l'eau de glace ne vaut rien pour le caffé & le thé : on la trouve effectivement cruë, lorſqu'on la goute, à moins qu'on ne la faſſe bouillir pendant long-temps; il y a auſſi diverſes ſortes d'alimens, que l'on ne peut auſſi bien faire cuire dans cette eau, comme dans celle de pluye, ce qui eſt aſſez connu de tous ceux qui ſe mêlent de ce qui concerne la cuiſine.

§. 917. Ayant pris de l'eau qui avoit 33 degrés de chaleur ſuivant le Thermométre, je verſai deſſus de l'eſprit de nitre, également froid, & ſur le champ l'eau acquit une chaleur de 41 degrés : je pris en même temps de la glace qui avoit 32 degrés de froid, & ayant verſé deſſus le même eſprit de nitre, le Thermométre qui étoit dedans devint ſi froid que le Mercure baiſſa de 8 degres au-deſſous de 0, c'eſt-à-dire, 40 degrés plus bas qu'il n'avoit été. Peſons bien ceci; l'eau qui n'a qu'un degré de chaleur plus que la glace, devient plus chaude de 8 degrés, & la glace devient de 40 degrés plus froide par le mélange du même eſprit. Ne doit-il donc pas ſe trouver dans la glace, quelque choſe qui n'étoit pas dans l'eau, & qui produit cette grande différence ? Cela peut-il dépendre uniquement d'un ſeul degré de chaleur de plus ou de moins ?

Cela

Cela eſt entierement impoſſible. Cette expérience me fait croire, qu'il doit y avoit dans la glace quelqu'autre choſe, que ce qui ſe rencontre dans l'eau, & qui doit donner lieu à ce froid exceſſif après le mélange de l'eſprit de nitre.

§. 918. Si l'on mêle du ſel avec de la neige dans un pot, & que l'on mette dedans un verre plein d'eau, & le pot ſur le feu, l'eau contenuë dans le verre ſe gelera, auſſi-tôt que la neige & le ſel commenceront à ſe fondre. Le feu hâte cette congelation, car l'eau ſe gele d'autant plutôt, qu'il fait fondre la neige plus vîte. Il faut certainement que cela vienne, de ce que le feu fait ſortir de la neige certaines particules qu'il pouſſe dans l'eau, & qui la font geler. J'avouë que l'eau n'auroit pas laiſſé de ſe geler, quand même on n'eût pas mis le pot ſur le feu; mais elle ne ſe ſeroit pourtant pas gelée ſi vîte. Si donc on ſuppoſe, que l'abſence du feu change l'eau en glace, il faut alors que le feu qui ſe trouve ſous le pot, produiſe la privation du feu dans l'eau; de ſorte que le feu devroit pouſſer de la neige dans l'eau la privation du feu, ce qui eſt abſurde, car la privation de quelque choſe n'eſt rien de réel.

§. 919. Je prévois bien, qu'on ne manquera pas de me faire ici cette queſtion. Si la glace, me dira-t-on, eſt compoſée d'eau, de quel uſage peut etre dans cette occaſion un Corps étranger, ce Corps ne peſe-t-il pas, & la glace ne doit-elle donc pas peſer plus que l'eau? L'expérience confirme-t-elle auſſi cela? Je veux bien avouer, qu'ayant fait ces expériences dans des fioles, je n'ai pu remarquer que ces fioles devinſſent plus peſantes, après que l'eau eut été changée en glace. Mais je penſe, que toutes nos balances ne font pas des inſtrumens aſſez juſtes pour peſer des petits Corps. En effet, que l'on ſuſpende à la meilleure & à la plus mobile balance une fiole, qui puiſſe contenir une once de liqueur, dans laquelle il y ait quelques petits morceaux de fromage; qu'on mette cette balance en équilibre, & que l'on faſſe enſorte qu'il ſe trouve tout proche un grand nombre de Mites qui puiſſent entrer dans la balance, & s'introduire enſuite dans la fiole; lorſqu'on aura remarqué, que 10, 12 & même 20 de ces inſectes ſe feront introduites dans cette fiole, on ne s'appercevra abſolument d'aucun changement dans le poids de la fiole, quoiqu'elle ſoit cependant devenuë plus peſante par le poids de chacun de ces inſectes: de ſorte que les balances ne ſont pas des inſtrumens aſſez parfaits, pour pouvoir juger, ſi un Corps peſe plus qu'auparavant, lorſqu'on vient à augmenter ſon poids par l'addition d'autres petits Corps, dont la peſanteur eſt ſi peu conſidérable. On pourra me demander encore ſi ces corpuſcules, qui, comme je le ſuppoſe, ſont en ſi petite quantité qu'on ne peut les découvrir par le moyen d'une balance; ſi, dis-je, ces corpuſcules peuvent changer l'eau qui eſt fluide, en un Corps auſſi pur qu'eſt la glace? Je n'en doute nullement. Conſultons pour cet effet les Chymiſtes, & ils nous apprendront, que le ſoufre commun eſt compoſé de deux ſortes de parties, dont les unes brûlent dans le feu, & les autres ſont une eſpece de ſel acide. Ce ſel acide eſt proprement un

eſprit

esprit acide, auſſi fluide & auſſi délié que l'eau. L'expérience fait voir, que ce qui prend feu n'eſt que la $\frac{1}{128}$ partie de ce volatil acide, & que cette petite quantité peut coaguler l'eſprit acide, de telle maniere qu'il en réſulte un Corps ſolide auquel nous donnons le nom de ſoufre. Peut-être que dans les autres fluides la $\frac{1}{10000}$ partie de toute la maſſe ſuffit pour les coaguler. Nous voyons donc par-là, que la nature nous offre des coagulations, qui ſe font par le mélange d'une très-petite quantité de matiere avec une grande quantité de fluide.

§. 920. Nous apprenons par la Chymie, que l'eau peut être changée en glace par l'addition de certains Corps, car après qu'on a fait l'eſprit acide de ſel avec le ſel marin & l'huile de vitriol, il reſte dans l'alembic un autre ſel admirable, qui peut ſe diſſoudre dans l'eau & ſe changer en criſtal: ce ſel réduit en poudre, & mêlé avec trois fois autant de vinaigre, de biere, de vin ou d'eau, convertit ces liqueurs en glace. On peut voir ce qu'en dit le grand Philoſophe H. Boerhaave dans le *Proceſſ.* 145 de ſa Chymie. Un grand Chymiſte, & qui eſt tout-à-fait digne de foi, m'a raconté, que lorſqu'on verſe une goute d'eſprit de ſel marin dans une bouteille, ſur deux livres d'huile de vitriol, il ſe fait pendant aſſez long-temps une effervescence, après laquelle, ſi c'eſt en Hiver, & qu'il commence ſeulement à geler, cette huile ſe remplit de glace, comme ſi il geloit bien fort: Cette huile conſerve cette proprieté pendant deux ans; mais pas plus long-temps, ne pouvant plus ſe geler après ce terme, du-moins dans ce Pays, quelque forte que ſoit la gelée. On voit par cette expérience, qu'une ſeule goûte d'eſprit de ſel marin, qui peſe environ un grain, & qui n'eſt par conſequent que la 15560 partie de l'huile de vitriol, peut lui faire avoir cette proprieté, de pouvoir être convertie en glace par la moindre gelée.

§. 921. On pourra me faire encore ici cette autre queſtion: Quelles ſont donc ces particules, répanduës dans l'air, qui changent l'eau en criſtal, ou qui la font glacer? Je ne ferai pas difficulté d'avoüer, que je ne les connois pas encore bien: on pourra découvrir cela dans la ſuite, lorſqu'on y aura fait plus d'attention; car on n'a fait juſqu'à préſent que peu de progrès dans la Phyſique; & parce qu'on a négligé de faire des expérinces, on n'a preſque avancé en rien, ſi ce n'eſt que Monſieur Newton a fort éclairci l'article de la lumiere, Monſieur Boerhaave celui du feu, & Monſieur Reaumur ce qui concerne le fer. Je me ſuis beaucoup plus étendu ſur la glace dans mes remarques ſur les expériences des Philoſophes de Florence, dans leſquelles j'ai averti expreſſement, qu'on doit regarder la gelée & le froid comme deux choſes différentes; que le froid n'eſt pas quelque choſe de réel, mais une privation du feu; que le gelée eſt quelque choſe de réel, & qu'elle dépend de certains Corps mêlés avec l'eau, & qui la changent en criſtal.

§. 922. Pourquoi gele-t'il en Hollande en Hiver & pas en Été, puiſqu'il doit certainement y avoir auſſi dans l'air en Été des particules qui forment la glace? En Été la chaleur du Soleil communique à l'eau un trop

grand mouvement, pour que les particules qui forment la glace, & qui se trouvent dans l'air, puissent arrêter suffisamment le mouvement de l'eau, & la réduire en un Corps solide; d'ailleurs ces particules peuvent aussi être rompuës par le mouvement de l'eau; mais en Hiver ce mouvement est beucoup moindre, & alors les particules, qui forment la glace, ont assez de force pour faire cesser le peu de mouvement qui reste, ou pour le diminuer. Il suit de-là, que si l'eau se mouvoit avec assez de force en Hiver, elle ne se geleroit pas, ou du moins elle se geleroit beaucoup plus lentement que l'eau dormante. Chacun peut juger si cela n'est pas vrai. L'eau dormante ne se glace-t'elle pas beaucoup plutôt que celle qui est agitée par un vent impétueux, ou que celle d'un fleuve dont le cours est fort rapide, ou enfin que l'eau contenuë dans une bouteille, suspenduë aux aîles d'un moulin, & qui tourne avec elles.

§. 923. Quels sont ceux d'entre les fluides que nous connoissons le mieux qui se glacent en Hiver? Tout ce qui est aqueux, diverses sortes d'huiles, comme celles d'olives, de navetes, &c; mais il y a plusieurs autres huiles qui ne se glacent pas, comme l'huile de lin, & plusieurs huiles que l'on distile suivant les régles de la Chimie: quant à l'huile d'anis, elle se glace fort vîte.

§. 924. Quelle est la profondeur où la gelée peut pénétrer dans la terre? Cela differe beaucoup selon que la gelée est plus ou moins violente. On trouva dans ce Pays, le rude Hiver de l'Année 1709, que la gelée avoit pénétré trois pieds dans la terre, & même quatre pieds. En Tartarie, elle pénetre jusqu'à la profondeur de 6 pieds, & peut-être pénetre-t'elle encore plus profondément dans d'autres Pays.

§. 925. La Mer se gele-t'elle aussi? Plusieurs Anciens ne l'ont pas cru, mais cela est aujourd'hui si connu, que personne n'en doute, puisque la Mer Baltique & la Mer Blanche se gelent presque tous les ans. C'est en effet une chose certaine, que les Mers qui sont plus septentrionales que ce Pays, comme la Baie de Baffin, le Détroit de Davis, la Baie de Hudson, & d'autres encore, ne manquent pas de se geler tous les Hivers. Si l'on croit Munck, il a dû geler un Hiver dans la Baye de Hudson avec tant de force, que la glace se trouva de l'épaisseur de 300, & même de 360 pieds. Mais ce qu'on ne peut révoquer en doute, c'est que la Mer de Groenland, qui est plus méridionale que les Bayes précédentes, se gele de l'épaisseur de 10 pieds. Zorgdrager, fameux Capitaine qui a voyagé en Groenland, a trouvé que la Mer se geloit entierement en Hiver depuis le Pole septentrional jusqu'au 25 degré, de sorte que l'Isle de Jean Mayen, Spitsbergen, l'Isle aux Ours, & la nouvelle Zemble, sembloient tenir ensemble par les glaces, & ne faire qu'un seul Pays. Le Zuiderzée ne se gele-t'il pas aussi souvent en Hollande?

D'où viennent ces montagnes de glace, que l'on rencontre toujours dans la Mer proche du Groenland & dans le Nord? Ces amas de glaçons viennent des grandes Rivieres de Moscovie, & autres Pays septentrionaux de l'Amérique, où ils se trouvoient autrefois; ce sont aussi des glaçons venus

venus des Bayes & des Détroits du Nord où la Mer se gele jusqu'à la profondeur de 300 pieds : ces glaçons s'étant détachés dans la suite, ont flotté dans la Mer, où ils se sont accrus chaque année par la chute de la neige, qui ne s'est pas fonduë pendant l'Été en aussi grande quantité qu'elle étoit tombée, & c'est pour cela qu'il doit y avoir dans la Mer des montagnes de glace flotantes, qui ne cessent de s'augmenter tous les ans. D'un autre côté, l'eau des vagues de la Mer, qui viennent se briser contre les masses de glace, & qui en réjaillissent, ne manque pas aussi de se geler, d'où il arrive, qu'il se fait continuellement dans ces Contrés froides un amas de glace du côté de ces montagnes, d'où viennent les vagues & le vent. C'est pour cette raison que les montagnes de glace deviennent en peu de temps plus pesantes de ce côté-là, & forment des angles tout autour, ce que remarquent souvent ceux qui vont à la pêche de la moruë de Terre-Neuve, & ceux qui navigent en Groenland. On voit de ces montagnes de glace s'élever au-dessus de l'eau aussi haut que des tours, & qui sont enfoncées sous l'eau jusqu'à la profondeur de 40 ou 45 brasses, ce qui fait environ 250 pieds. Ceux qui navigent en Groenland rencontrent de cette maniere sur Mer comme des campagnes entieres de glace, qui ont quelques milles de tour, & qui flotent dans la Mer comme de grandes Isles : On peut voir cela dans *la Pêche de Groenland* par Zorgdrager. Quelquefois de petits glaçons sont portés contre de plus gros, & ils s'entassent si fort dessus ou contre eux, qu'ils deviennent deux fois ou même trois fois plus hauts, que n'étoit auparavant leur épaisseur, ce qui forme bientôt des montagnes de glace dans les Mers proche de Groenland & Spitbergen, &c.

CHAPITRE XXVI.

Du Feu.

§. *926.* MOnsieur Boerhaave a si bien traité du feu, & si au long, que pour bien entendre ce qui concerne cette matiere, il suffit de lire son excellent Traité de Chymie, de sorte qu'il nous est impossible d'y rien ajoûter ici davantage ; c'est pourquoi nous tirons de cet Ouvrage, si bien travaillé & si parfait, la plus grande partie de ce qui peut servir au but que nous nous proposons. Comme le feu échappe à nos sens, à cause de sa grande subtilité, & qu'il se rencontre toujours dans tous les Corps, & dans tous les lieux où il est possible de faire des expériences, on ne sçauroit distinguer & découvrir qu'avec beaucoup de peine les caractéres qui lui sont propres & qui ne conviennent qu'à lui seul. Il nout paroit, que le feu a deux caractéres, sçavoir la lumiere que nous discernons à la simple vuë, & la raréfaction de tout les Corps solides & fluides où le feu se trouve. Nous croyons que l'un

ou l'autre de ces deux caractéres est nécessaire, & qu'il doit toujours être présent dans ces Corps, pour sçavoir que le feu s'y trouve. Il y a en effet du feu qui ne raréfie pas les Corps, mais qui ne laisse pas d'éclairer, comme est la lumiere de la Lune, laquelle, quoique rassemblée à l'aide d'un miroir ardent en un peit cercle, ne fera pourtant pas paroitre dans ce foyer la moindre marque de raréfaction sur un Thermométre des plus mobiles.

On sçait aussi qu'il y a du feu, dont nous ne pouvons appercevoir la lumiere, quoiqu'il ne laisse pas de raréfier les Corps, tel qu'est celui qui se trouve dans l'eau & l'huile bouillantes, dans les métaux chauds, dans l'étaim & le plomb qui ne sont que d'être fondus; car le feu augmente effectivement le voulume de ces Corps, mais il ne donne aucune lumiere, qui soit sensible à notre vuë.

§. 927. Tous les Corps solides, sur lesquels j'ai fait jusqu'à présent des expériences, se raréfient en tout sens par le moyen du feu qui les pénétre, & cette raréfaction continue aussi-long-temps que le feu reste dans ces Corps: c'est ce que nous faisons voir à l'œil d'une maniere évidente à l'aide de notre Pirométre, qui fait voir sur le champ & sans peine de très-petites raréfactions des Corps, & même jusqu'à la $\frac{1}{12500}$ partie d'un pouce Rhénan: je donne à chacune de ces parties le nom de degré. J'ai fait mes expériences sur les métaux, les demi-métaux, plusieurs sortes de pierres, la craye, & les briques.

Tous ces Corps mis d'abord entre le Pirométre, lorsqu'ils sont froids, & rendus ensuite chauds par le moyen d'une legére flamme d'esprit rectifié de brandevin, deviennent beaucoup plus longs qu'ils n'étoient auparavant. Non seulement ces Corps deviennent plus longs, mais ils se dilatent, & s'étendent selon toutes leurs dimensions. Cela se voit à l'aide d'un cone de cuivre, qui étant froid s'ajuste éxactement dans un trou rond d'une plaque plate de métal, par lequel on le fait passer; au-lieu que lorsqu'on l'a rendu chaud, il déborde fort du trou, & ne peut pas du tout y passer, tant il est gonflé. Si l'on fait chauffer la plaque, où est ce trou, & qu'on ait soin de tenir le cone froid, le trou se trouve alors beaucoup plus large, & le cone y passe fort facilement.

§. 928. Quand on chauffe un Corps dans un feu qui a un certain degré de chaleur, il acquiert en se raréfiant un volume d'une grandeur déterminée: mais plus le feu est ardent, plus le Corps en est rarifié, quoique son volume soit cependant encore d'une grandeur déterminée. C'est ce que j'ai trouvé à l'aide de mon Pirométre, dont je fis brûler la lampe, premierement avec une seule flamme, ensuite avec deux, puis trois, quatre, jusqu'à cinq flammes égales, éxaminant en même-temps jusqu'à quel point chaque flamme raréfioit les lingots de métal dont je me servois pour cet effet: cela se faisoit avec des flammes, qui avoient une certaine grandeur; & quoique je fisse brûler chaque flamme pendant plus ou moins de temps, la dilatation du métal ne laissa pas de rester la même, après qu'il fut parvenu au point de sa plus grande raréfaction. Pour abbréger, j'ai exposé

exposé dans la Table suivante les différens metaux que j'ai employés, afin que l'on puisse voir d'un coup d'œil ce qui concerne cette matiere.

TABLE

Qui fait voir la Raréfaction des Métaux, longs de 5, 8 pouces, chauffés par le moyen de l'Esprit de Brandevin allumé, lequel formoit par-dessous une flamme de $\frac{23}{100}$ d'un pouce de diamétre.

	Fer battu	Acier.	Cuivre rouge.	Cuivre jaune.	Argent.	Etaim.	Plomb.
Avec une Flamme au milieu.	80	85	89	110	78	153	155
Avec deux Flammes au milieu.	117	123	155	220	115		274
Avec trois Flammes.	142	168	193	275	155		
Avec quatre Flammes.	211	270	270	362	260		
Avec cinq Flammes.	230	310	310	377	305		

On peut trouver une plus longue description de ces expériences dans les Additions que j'ai faites à celles des Philosophes de Florence : on y trouvera en effet toutes les circonstances, qui concernent les expériences que je viens d'indiquer, avec la description & la figure du Pirométre.

§. 929. Lorsqu'on met dans le feu des Corps froids, on remarque qu'ils commencent d'abord à se raréfier lentement, ensuite plus vîte, puis très-vîte ; mais dans la suite la raréfaction de ces Corps se fait d'autant plus lentement qu'ils deviennent plus chauds, & qu'il approchent davantage du point de leur plus grande raréfaction que produit ce feu.

Cela vient, de ce que les pores des Corps froids se trouvant étroits, ne peuvent donner acces aux particules du feu avec la même facilité, que lorsqu'ils commencent à se dilater. Lors donc que le feu s'insinue dans les Corps en plus grande quantité, il dilate leurs parties avec plus de force ; mais quand ces parties se sont un peu écartées les unes des autres, elles commencent à faire une résistance, qui augmente toujours d'autant plus, que le feu les dilate davantage : enfin la résistance devient égale à la for-

 ce

ce du feu, qui dilate les parties, de sorte que le feu ne cessant d'agir toujours avec la même force, il n'est plus possible que les parties s'écartent d'avantage les unes des autres ; & il faut par consequent que leur raréfaction demeure dans le même état. Ajoûtez à cela, que le feu ayant augmenté le diamétre des pores des Corps, il ne manque pas aussi d'en sortir, ensorte que le feu qui vient de la flamme dans le Corps, n'y séjourne pas & que celui qui s'y introduit à chaque instant, en sort de nouveau au-lieu de s'y accumuler continuellement ; s'y il en étoit autrement le Corps devroit rassembler une plus grande quantité de feu, & par consequent se raréfier davantage.

§. 930. Le même feu, qui raréfie divers Corps, ne les dilate pas en raison inverse de leur pesanteur, ni en raison inverse de leur adhérence, ni en raison composée des deux précédentes ; mais il les dilate de telle maniere, que jusqu'à présent on n'a pu encore réduire en regles les différentes manieres dont se font les raréfactions. Voici en effet, suivant mes observations, quelles sont les forces de ces Corps, dont l'épaisseur est la même. La force du cuivre rouge est comme $229\frac{1}{2}$, du cuivre jaune comme 360, du fer comme 450, du plomb $29\frac{1}{4}$, de l'étaim $49\frac{1}{4}$. Mais nous avons dit, que les raréfactions de ces Corps, causées par une flamme, étoient, du cuivre rouge de 89 degrés, du cuivre jaune de 110, du fer de 80, du plomb de 155, de l'étaim de 153 : par consequent, si les raréfactions étoient en raison inverse des forces, il faudroit que la raréfaction du cuivre rouge eût été à celle du cuivre jaune, comme 132 à 110. On trouvera dans les autres métaux la même inégalité de proportion. Si l'on éxamine la pesanteur spécifique des Corps, on verra, que celle du cuivre rouge est 9000, du cuivre jaune 8000, du fer 7645, du plomb 11325, de l'étaim 7320 : Or si les raréfactions étoient en raison inverse des pesanteurs, il faudroit que celle du fer fût à celle du plomb, comme 155 est à 229, ce qui est bien différent de ce que l'expérience nous apprend. Enfin, si on multiplie les raisons composées des pesanteurs & des forces, elles seront pour le cuivre jaune 2880000, pour le cuivre rouge 2693500, pour le fer 3440250, pour le plomb 331256, pour l'étaim 360510. En comparant les raréfactions de ces Corps, à l'aide d'un feu, avec ces nombres, on voit d'une maniere évidente, qu'elles ne sont pas en raison inverse de ces nombres. Cela vient de ce que les raréfactions dépendent de la différente structure des parties de plusieurs ordres, tant des derniers que de ceux qui sont moindres : elles dépendent aussi de la diversité de la figure & de la grandeur des pores, de la différente dureté, mollesse, & élasticité des parties, ou suivant que les Corps peuvent avoir en eux-mêmes plus ou moins de soufre ou d'huile, qui peuvent contenir, conserver, & entretenir une plus grande ou une plus petite quantité de feu. Comme toutes ces circonstances nous sont jusqu'à présent inconnuës, nous ne sçaurions déterminer au juste les raréfactions précédentes, que le feu produit dans les métaux.

§. 931. Lorsqu'on tient divers Corps solides dans le même feu, ils ne com-

commencent pas tous à se raréfier également vîte ; mais les uns beaucoup plûtôt que les autres. Je nommerai ici les Corps, suivant le rang qu'ils doivent occuper, par rapport à la vîtesse avec laquelle ils se sont raréfiés, commençant par celui qui s'est raréfié le plus vîte, & finissant par celui qui a commencé à se raréfier le dernier ; premierement l'étaim, ensuite le plomb, puis l'argent, le cuivre jaune, le cuivre rouge, & enfin le fer. Cela dépend encore de la différente figure des pores, dans lesquels le feu peut s'introduire plus ou moins facilement : cela peut venir aussi de ce que les Corps attirent le feu, ou qu'ils le repoussent plus ou moins fort : enfin on peut attribuer cela à la divisité de l'adhérence de leurs parties, à leur figure particuliere, à leur porosité, & à leur grandeur.

§. 932. Le feu peut raréfier les métaux & les demi-métaux à un tel point, que leurs parties se séparent les unes des autres, & qu'après s'être ainsi séparées, elles se trouvent comme flotantes dans le feu, & se réduisent en une matiere fluide. Tous les métaux n'ont pas besoin pour cet effet du même feu ; ils y en a quelques-uns à qui il faut un feu beaucoup plus ardent qu'à d'autres : l'étaim, d'un degré de froid égal à celui de la glace qui commence à se former, & que l'on chauffe ensuite jusqu'à ce qu'il soit fondu, fait raréfier un lingot de fer dans notre Pirométre jusqu'à 109 degrés. Le plomb, aussi froid que la glace, venant à se fondre par la chaleur, communique au même fer une raréfaction de 217 degrés : le Bismuth fondu le fait raréfier jusqu'à 300 degrés ; mais la marcassite ne le fait raréfier que jusqu'à 169 degrès. Ceux qui veulent voir une balance faite avec beaucoup d'art, qui contient plusieurs degrés de chaleur dans les métaux fondus & autres Corps, n'ont qu'à consulter les Transactions Philosophiques d'Angleterre, n°. 270.

De même que les métaux deviennent fluides par l'action du feu, cela arrive aussi à l'égard de la cire, du soufre, de la poix, de la résine, de la graisse, & d'autres Corps semblable, On donne à cet effet, que produit le feu, le nom de *Fusion* ou *Solution*. Lorsque ces Corps viennent à se fondre, la forces du feu, qui sépare leurs parties les unes des autres, l'emporte sur celle de leur union & de leur adhérence. Les parties dissoutes, & séparées de cette maniere les unes des autres, nagent de tous côtés dans le feu, comme dans un fluide sans se toucher mutuellement, de même que le sel fondu nage dans l'eau ; mais aussi-tôt qu'elles commencent à se toucher, elles se réünissent de nouveau, elles se tiennent, & se dégagent du feu qui les tenoit auparavant désunies.

§. 933. Les métaux qui se fondent, avant que d'être rougis, n'ont pas encore acquis le plus grand degré de chaleur lorsqu'ils ne sont que d'être fondus ; mais ils ne l'acquierent que lorsqu'ils sont tout en feu, & sur le point d'être réduits en cendres. Ayant versé du plomb fondu autour du lingot de fer du Pirométre, je le conservai en fusion, éxaminant jusqu'à quel point ce degré de chaleur pourroit raréfier le fer : je versai ensuite le plomb tout rougi autour de ce même lingot, qui acquit par-là 56 degrés de raréfaction de plus qu'auparavant, & fit voir par consequent

que

que la chaleur du plomb, auquel on donne le plus grand feu de fusion, est beaucoup plus considérable que la chaleur du plomb qui vient d'etre fondu. En seroit-il de même à l'égard des autres métaux, qui se fondent, après qu'on les a fait rougir, comme l'argent, le cuivre, l'or, & le fer? Je ne sçaurois encore l'assurer jusqu'à présent, n'ayant pas encore eu le temps de faire cette recherche; cependant plusieurs observations que j'ai faites me portent à croire, qu'ils n'ont pas acquis leur plus grand degré de chaleur, lorsqu'ils commencent à se fondre; mais qu'ils peuvent devenir encore beaucoup plus chauds. Cela ne viendroit-il pas de ce que le feu s'insinue d'abord dans les pores les plus larges, & qu'il désunit alors les plus grandes parties des Corps, en sorte qu'elles ne tiennent pas les unes aux autres, mais qu'elles se convertissent en un fluide? Dans ce cas, le feu ne s'est donc pas encore introduit dans les pores les plus étroits des plus petites, ce qui fait que toute la masse ne peut avoir alors reçu tout le feu qu'elle est en état de contenir en elle-même. Mais aussitôt que les pores les plus étroits des plus petites parties se trouvent aussi remplis de feu, alors toute la masse du Corps fondu a acquis le plus grand degré de chaleur qu'elle peut avoir, & il est impossible qu'elle absorbe une plus grande quantité de feu. Tout cela regarde le plomb, l'étaim, le bismuth, & la marcassite, qui deviennent alors comme une eau transparente & toute en feu. Lorsque les métaux se trouvent une fois fondus, & qu'on les a fait long-temps rougir dans le feu, il n'est plus possible de les rendre plus chauds; mais ils deviennent volatils, ou ils se réduisent en cendres après avoir perdu toute leur huile, ou enfin la terre & le sel, qui en restent, se vitrifient.

§. 934. Il en est de même à l'égard des autres Corps, tels que sont la cire, la poix, & le soufre. Lorsque le feu volatilise les parties des Corps, on dit que ces parties se réduisent en vapeurs ou exhalaisons, & on donne à cette action du feu le nom *d'Evaporation* ou *d'Exhalation*. Cette évaporation a lieu dans les plus petites parties des Corps, qui peuvent être le plus raréfiées par le feu, devenir plus legéres, se mouvoir & être poussées en-haut avec le plus de facilité. Les particules réduites ainsi en vapeurs acquierent une force élastique.

§. 935. Après que le feu a dissipé les particules les plus subtiles des Corps, il ne reste plus que les plus grossieres, qui avoient été séparées les unes des autres par le feu, & qui se trouvent comme dépoüillées de leur glu, lequel remplissoit les pores des parties subtiles, & donnoit lieu aux parties, de se toucher en de plus grandes surfaces; maintenant les parties grossieres se trouvent séparées les unes des autres, le feu s'en est échappé, à peine se touchent-elles, elles ne s'attirent par consequent que fort peu, elles ne sont plus adhérentes les unes aux autres, en un mot il ne reste autre chose que la *Cendre* ou la *Chaux*.

§. 936. Aussi-tôt que le feu s'échappe des Corps solides en question, c'est-à-dire, dès qu'ils se refroidissent, ils se condensent insensiblement, & deviennent plus petits, ils rapetissent même d'autant plus, qu'ils perdent

dent une plus grande quantité de feu, c'eſt-à-dire, qu'ils ſe refroidiſſent davantage.

§. 937. Les Corps chauds ſe condenſent d'autant plus vîte, que l'endroit ou le fluide dans lequel ils ſe trouvent, contient moins de feu, c'eſt-à-dire, qu'il eſt plus froid; par conſequent, les Corps les plus chauds ſe condenſent plus vîte que ceux qui ſont moins chauds, parce qu'il y a une plus grande différence entre les Corps les plus chauds, & l'endroit dans lequel ils ſont ſitués, qu'entre ceux qui ont moins de chaleur.

§. 938. Les Corps ſolides, que le feu raréfie avec le plus de promptitude, ſont auſſi ceux qui ſe refroidiſſent le plutôt, ou qui ſe condenſent le plus vîte, après qu'on les a retirés du feu; car de même que le feu s'introduit aiſément dans leurs parties, il en ſort auſſi avec d'autant plus de facilité. Nous venons de voir, de quelle maniere le feu agit ſur les Corps ſolides, éxaminons donc à préſent comment il agit ſur les fluides.

§. 939. Tous les fluides, que l'on a éxaminés juſqu'à préſent, comme la lumiere, l'eau commune, les eaux des plantes dont les Apoticaires font uſage, le vin, le vinaigre, le brandevin, & autres eſprits de cette nature; les huiles que l'on tire des plantes par expreſſion, les huiles diſtilées, les eſprits acides, les eſprits alcalis, les fluides alcalis, le vif-argent: tous ces différens fluides, verſés dans des fioles de verre, dont le cou ſoit étroit & le ventre large, & mis enſuite ſur le feu, ſe raréfient, & s'élevent du ventre dans le cou de la fiole: plus le feu, ſur lequel on les met, eſt ardent, plus ils ſe raréfient, & s'élevent dans le cou, & même juſqu'à une certaine hauteur. Lorſqu'on les retire du feu, & qu'on les place enſuite dans un endroit qui eſt plus froid, ils ſe condenſent de nouveau, ils s'affaiſſent en deſcendant du cou dans le ventre de la fiole, & cet affaiſſement eſt d'autant plus conſidérable, qu'ils ſe refroidiſſent davantage.

§. 940. Nous pouvons donc tirer cette concluſion générale, que le feu pénétre tous les Corps, que l'on a éxaminés juſqu'à préſent, tant les ſolides que les fluides. Il remplit d'abord les interſtices des grandes parties, il ſépare auſſi ces parties les unes des autres, il s'inſinue enſuite dans les pores d'autres plus petites parties, & peut-être dans ceux des particules, quelque minces & déliées qu'elles puiſſent être, en les ſéparant auſſi un peu les unes des autres. C'eſt pourquoi le Corps ſe trouvant comme pénétré de tous côtés par le feu, qui le perce d'outre en outre, & le remplit, devra néceſſairement ſe gonfler & ſe dilater. Comme tous les Corps, ſitués ſur la ſurface de notre Globe, ſont expoſés aux rayons du Soleil, qui tombent deſſus beaucoup plus obliquement en Hyver qu'en Eté, & par conſequent en moindre quantité & avec moins de force, ces Corps ſeront bien plus échauffés en été qu'en Hyver & le feu qui agit ſur eux augmentera tous les jours, à meſure que l'Hyver, s'éloignera davantage, & que l'Eté approchera: par conſequent tous les Corps, qui ſe trouvent expoſés au grand air ſur notre terre, ſe raréfieront chaque jour de plus

en plus, & leur volume augmentera auſſi d'autant plus, que nous nous éloignerons davantage de l'Hyver & que l'Eté approchera.

§. 941. Outre cela, plus les Contrées de notre Globe ſont expoſées à une plus grande quantité de rayons du Soleil, plus les Corps, qui s'y rencontrent, ſe raréfieront, comme ſi ils ſe trouvoient placés ſur un feu plus ardent. Comme cela a lieu dans les Pays qui ſont ſous l'Equateur, & dans ceux qui n'en ſont pas beaucoup éloignés de chaque côté, ou entre les deux tropiques, il s'enſuit, que les Corps qui s'y trouvent, ſe raréfieront davantage que ceux qui ſont dans les Pays plus proches des Poles. C'eſt pour cette raiſon, que le pendule de métal d'une Horloge doit être plus court dans les Pays froids, que dans les Pays chauds.

§. 942. Et parce que le Soleil ſe leve tous les jours ſur l'horiſon, & qu'il échauffe la Terre, laquelle ſe refroidit enſuite après le coucher du Soleil, il faut que tous les Corps, qui ſont ſitués ſur la ſurface de notre Globe, ſe raréfient pendant le jour, & qu'ils ſe condenſent pendant la nuit. Tous les Corps ſe trouveront donc alors dans une continuelle dilatation & contraction : le feu dilate leurs parties, il les meut, & par conſequent le feu doit être auſſi lui-même en mouvement : les parties ſe reſſerrent & ſe contractent, parce qu'elles ſe rapprochent les unes des autres par leur vertu attractive, & qu'elles pouſſent par conſequent hors d'elles-mêmes le feu qu'elles avoient abſorbé.

§. 943. Il y a certains Corps ſolides, que le feu condenſe, au-lieu de les dilater, tels que ſont les bois des arbres & des arbriſſeaux, les parties du Corps animal, comme les os, les membranes, & les cordes que l'on fait des boyaux des animaux. Cela vient de ce que le feu emporte avec lui, en ſe diſſipant, pluſieurs parties ſubtiles des Corps ; d'où il arrive que les autres parties ſolides, qui s'attirent toujours mutuellement, ſe rapprochent davantage, malgré les efforts que fait le feu pour les déſunir : car elles ſont alors moins écartées par le feu, qu'elles ne l'étoient auparavant par les parties ſubtiles qui ſe ſont diſſipées, & il faut par conſequent qu'elles ſe retirent & ſe reſſerrent.

§. 944. De même que les Corps ſolides ne ſont pas tous également raréfiés par le feu, il en eſt auſſi de même à l'égard des fluides. L'expérience nous apprend, que la raréfaction la plus prompte & la plus grande ſe fait dans certains fluides, ſuivant le rang que nous leur donnons ici : l'air, l'alkool, la petrol, l'huile de térébenthine, l'huile de navet, le vinaigre diſtilé, l'eau, l'eau ſalée, l'eau forte, l'huile de vitriol, l'eſprit de nitre, le vif-argent.

§. 945. On peut chauffer à l'aide du feu les fluides dont nous venons de parler, ſi l'on en excepte l'air : on peut même, en les faiſant bouillir, les rendre auſſi chauds qu'ils peuvent le devenir en plein air, & ils ſe trouvent alors au plus haut point de raréfaction qu'il ſoit poſſible de leur communiquer. L'eſprit rectifié de brandevin, rendu d'abord auſſi froid qu'il eſt poſſible dans de la glace par le moyen de l'eſprit de nitre, & que l'on fait enſuite chauffer juſqu'à ce qu'il bouille, ſe dilate de la $\frac{1}{9}$

partie

partie de ſon volume ; l'eau ſe dilate de la $\frac{1}{15}$ partie ; & le mercure, auquel on communique auſſi le même degré de froid qu'à l'eſprit rectifié de brandevin, & que l'on fait enſuite bouillir, ſe dilate de la $\frac{4}{51}$ partie de ſa maſſe.

§. 946. Comme un feu également ardent raréfie davantage les fluides que les Corps ſolides, on s'en eſt ſervi pour meſurer la quantité de feu qui eſt contenuë dans les Corps, & on a fait dans cette vuë des inſtrumens auſquels on donne le nom de *Termométres*.

Comme il ne faut que très peu de feu pour dilater l'air, Mr. Drebbel a inventé un Termométre, pour marquer les divers degrés de chaud & de froid qui ſe trouvent dans l'air. Voici de quelle maniere ce Termométre eſt fait.

On prend une fiole de verre, dont le ventre de figure ſphérique A tient à un long cou BCE : on verſe dans le petit vaſe D quelque liqueur que ce ſoit : la chaleur fait d'abord ſortir de A un peu d'air : alors en plongeant le bout A du cou ſous la liqueur du petit vaſe D, & le ventre venant à ſe refroidir, l'air ſe condenſe en AB, de ſorte que la Liqueur ſe trouvant comprimée par le poids de l'Atmoſphère, s'éleve en-haut dans le cou, par exemple, juſqu'à C & y reſte ſuſpenduë. Pl. XI. Fig. 23.

Lorſqu'enſuite l'air, qui eſt échauffé par le feu, vient à ſe raréfier dans le ventre A, il ne peut ſe décharger qu'en-bas dans le cou ; d'où il arrive que la liqueur de C eſt preſſée vers E, plus ou moins, ſelon que l'air qui eſt dans A eſt plus ou moins chaud, & qu'il ſe raréfie. Mais dès que l'air, qui eſt renfermé dans AB, commence à devenir plus froid, il ſe condenſe davantage, & la liqueur eſt pouſſée plus haut, du vaſe D dans le tuyau C vers B. Cet appareil étant ainſi expoſé au grand air, reçoit toutes les impreſſions du chaud & du froid de l'Atmoſphére, & la Liqueur qui vient à monter & à deſcendre dans le tuyau, fait par conſequent connoître le changement de chaud & de froid, qui arrive dans notre Atmoſphére. Ce Termométre eſt fort mobile, mais comme le poids de l'Atmoſphére eſt fort ſujet au changement, & que c'eſt pour cela que la liqueur s'éleve dans le cou EC, on ne peut pas compter long-temps ſur la deſcente & l'élevation de la liqueur dans cet inſtrument. La liqueur venant auſſi à s'arrêter, à s'élever ou à baiſſer, on ne peut pas non plus en conclure qu'il reſte le méme degré de chaleur, ou que le chaud ſoit plus ou moins grand qu'auparavant. En effet, lorſque le poids de l'Atmoſphére augmente, il faut que la liqueur qui eſt dans le cou s'éleve au-deſſus de la marque C, quoique la chaleur reſte toujours la même : mais ſi le chaud vient à augmenter en même temps, il peut alors raréfier l'air à un tel point, qu'il pouſſera en-bas la liqueur CE avec autant de force, que la liqueur ſera pouſſée en-haut par le poids de l'Atmoſphére, qui ſe trouve augmenté : dans ce cas la liqueur s'arrêtera en C, & il ſera par conſequent impoſſible de ſçavoir ſi le chaud eſt plus grand qu'auparavant, puiſque la liqueur s'arréte à la méme hauteur. De méme auſſi, ſi la peſanteur de l'Atmoſphére vient à

diminuer, l'air renfermé dans le ventre A pouſſera la liqueur plus bas que juſqu'à C; mais ſi l'air devient en même temps plus froid, la liqueur devra remonter en-haut; par conſequent l'air devenant plus froid & en même temps plus leger, peut faire, que la liqueur s'arrête à la hauteur de la marque C; ce qui eſt cauſe, qu'on ne peut juger au juſte du degré de chaud ou de froid par la hauteur où ſe trouve la liqueur dans ce Termométre.

Outre les défauts dont nous venons de faire mention, ce Termométre en a encore d'autres, qu'il eſt inutile de rapporter ici, puiſque cet inſtrument n'eſt plus aujourd'hui en uſage.

§. 947. Un autre Termométre, qui a pris la place de ce dernier, c'eſt celui de Florence, dont l'invention eſt duë aux Philoſophes, qui formoient autrefois la fameuſe Academie de Florence, connuë ſous le nom de *del Cimento.*

Pl. XI. Fig. 24. A la boule de verre A tient un mince tube de verre BDC, on emplit cette boule de brandevin teint, dans un temps que la chaleur de l'air eſt temperée: le tube doit être rempli juſqu'au milieu en D, & on en lutte enſuite hermetiquement le bout ſupérieur. On fait une planche graduée, dont les degrés ſoient égaux entr'eux, laquelle s'éleve de D vers C, & deſcend de D vers B: on applique la planche contre le tube CB. Lors donc que l'eſprit de vin contenu dans la boule A devient plus chaud, & qu'il ſe raréfie, il s'éleve plus haut dans le tube; mais dès qu'il vient à ſe refroidir & à ſe condenſer dans la boule A, il deſcend en-bas dans le tube.

Ce Termométre eſt beaucoup meilleur que le précédent, mais il ne laiſſe pourtant pas d'avoir les défauts ſuivans. 1°. La planche graduée n'a aucun point fixe auquel elle commence, & elle n'en a point non plus où elle finiſſe, car c'eſt un grand inconvénient, de ne pouvoir commencer à compter, que lorſqu'on croit déja, que l'air eſt tempéré: de plus, fait-on les degrés de telle grandeur qu'on veut, ſont-ils au nombre de cent ou de deux cent, cela ne marque rien; car je voudrois bien ſçavoir, quelle eſt la chaleur de l'air, lorſque la liqueur du Termométre s'eſt élevée juſqu'au centieme degré? 2°. Si on n'a pas ſoin de faire ſortir du brandevin tout l'air qu'il contient, comme le preſcrit Monſieur Reaumur, il faut laiſſer de l'air dans la partie ſupérieure du tube CD, car autrement ſi elle ſe trouve ſans air, la liqueur ne manquera pas de ſe ſéparer en divers endroits, quelquefois de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, d'un pouce, lorſqu'elle deſcendra vers B, à cauſe de l'air qui ſe trouve dans les interſtices de ſes parties, & qui en ſe raréfiant s'éleve en-haut, où il ne rencontre aucune réſiſtance, & où il ſe raſſemble çà & là. Cette ſéparation des parties de la liqueur eſt cauſe qu'on ne peut ſe ſervir du Termométre. Si on laiſſe de l'air dans la partie ſupérieure du tube, & qu'il y devienne chaud, de même que la liqueur contenuë dans la boule AB, ils ſe raréfieront l'un & l'autre, tant l'air qui eſt dans CD, que la liqueur renfermée dans AB, ce qui empêchera alors la liqueur DB de monter dans le tube, comme elle

elle ne manqueroit pas de faire, ſi l'air ſupérieur ne la comprimoit 3°. Plus la liqueur s'éleve dans le tube, plus elle comprime la liqueur de la boule A B, & celle-ci pourra par conſequent s'élever beaucoup moins, qu'elle auroit fait, ſi elle eût été moins comprimée. Comme on a coutume de faire ces ſortes de boules de verre, A B, auſſi minces que du papier, ou même plus minces, afin que le Termométre puiſſe marquer d'abord les changemens de chaud & de froid, on remarque que plus la liqueur s'éléve dans le tube B C, & qu'elle comprime par conſequent davantage la liqueur de la boule A B, plus le verre de cette boule ſe jette en dehors en s'élargiſſant, de ſorte que la liqueur ne monte pas dans le tube auſſi haut qu'elle devroit y monter. En Hyver la liqueur s'arrête plus bas dans le tube; elle comprime moins celle de la boule A B, d'où il arrive que le verre ſe dilate auſſi moins: Monſieur Reaumur a fort bien marqué tout cela. 4°. L'eſprit de vin perd beaucoup à la longue de ſa vertu élaſtique, & il ſe dilate moins lorſqu'il eſt vieux, que quand il eſt encore tout nouveau: c'eſt Monſieur Halley qui a fait cette remarque, & cela eſt effectivement vrai, comme je l'ai obſervé moi-même à l'aide de vieux Termométres. 5°. Le verre n'eſt pas moins dilaté par la chaleur, que la liqueur; le froid les condenſe l'un & l'autre: par conſequent lorſque la liqueur eſt chaude, elle ne monte pas ſi haut qu'elle feroit, ſi la boule & le tube avoient toujours la même capacité: la liqueur deſcend auſſi moins lorſqu'elle eſt froide, parce que la boule de verre occupe auſſi alors moins d'eſpace: de ſorte qu'on voit ſeulement ſur ce Termométre, quelle eſt l'augmentation de la raréfaction de la liqueur, cauſée par la chaleur, & celle de la capacité du verre dans lequel cette liqueur eſt renfermée; il marque encore juſqu'à quel point la condenſation de la liqueur augmente par le froid, & combien le verre ſe reſſerre & ſe rétrécit. Il paroît donc par-là, qu'il eſt impoſſible de ſçavoir au juſte, quel effet la chaleur produit ſur la liqueur ſeule. 6°. Ces ſortes de Termométres remplis d'eſprit de vin ne peuvent ſervir, que pour meſurer de petits degrés de chaleur, car auſſi-tôt que la liqueur vient à bouillir, ils ne peuvent plus marquer: Or l'eſprit rectifié de brandevin bout un peu plutôt que l'eau, de ſorte qu'on ne peut découvrir à l'aide de ce Termométre, quel eſt le degré de chaleur de l'eau qui bout, & encore moins celui d'une plus grande chaleur, comme de l'huile bouillante, du ſavon bouillant, du mercure qui bout, & d'autres liqueurs; enfin ils ne peuvent marquer, quelle peut être la chaleur des métaux fondus. 7°. Il eſt preſque impoſſible de faire deux Termométres, garnis de boules pardeſſous, leſquels marquent également, c'eſt-à-dire, qui s'élevent par le moyen de la même chaleur juſqu'à une égale hauteur de leur planche graduée; parce qu'il feroit impoſſible à un émailleur de rendre la capacité de deux boules proportionelle à celle de leurs tuyaux; d'ailleurs l'eſprit de vin n'eſt pas toujours également ſubtil, & la même chaleur ne le raréfie pas non plus également.

§. 948. Après qu'on eut remarqué tous ces défauts, on s'aviſa de rem-

plir les Termométres de vif-argent, au-lieu d'employer pour cet effet de l'esprit de vin, comme on faisoit auparavant. Le mercure a sans doute beaucoup d'avantage à cet égard sur le brandevin; car on peut l'avoir pur, il est & reste toujours le même, quoiqu'on l'ait gardé pendant plusieurs années, & il se raréfie roujours également, soit qu'on l'employe lorsqu'il est encore recent, ou quand il est devenu vieux : de plus, au
Pl. XI. Fig.. lieu d'appliquer une boule à la partie inférieure du tube C B, on y forme un cilindre A B, soit qu'on le prenne d'un autre tuyau qui ait plus de capacité, & qu'on l'y joigne seulement avec la lampe des émailleurs, soit qu'on le fasse du même verre; rien n'est plus facile que de former un semblable cilindre, dont la cavité interne ait une grandeur déterminée & proportionelle au diamétre du tube C B, en retranchant quelque chose de l'extrémité inférieure A du cilindre, & cela à l'aide de la lampe allumée, ou en la chauffant de quelque autre maniere, jusqu'à ce que la cavité de A B soit à toute la cavité du tube C B, comme 11124 à 670 : on doit ensuite mesurer cela, en remplissant de mercure le cilindre A B, & ensuite le tube C B. Si on a soin d'observer cela, on pourra faire autant de Termométres que l'on voudra, pour une seule & même planche graduée. 2°. Afin que le vif-argent se raréfie dans ce Termométre d'une maniere bien uniforme, on ne doit pas oublier de faire sortir du mercure tout l'air qu'il contient, en le faisant bouillir long-temps sur le feu dans un récipient bien net sous la cheminée, & en se précautionnant contre les parties du mercure qui pourroient s'exalter. On remplit de ce mercure le cilindre A B, & le tube B C de la maniere la plus convenable. Lorsque le mercure est bien sec, on expose devant le feu le cilindre A B & le tube B C pour les bien dessecher & les rendre fort chauds, afin que l'air en sorte : on plonge ensuite le bout du tube C, qui est ouvert, dans le mercure chaud, & en attendant que tout cela soit refroidi, le mercure s'introduira dans le cilindre A B, & en remplira $\frac{2}{3}$; après cela, on met le cilindre A B sur le feu, & on le rend si chaud, que le mercure y bouille; alors, en cas qu'il se trouve encore de l'air dans le mercure ou dans le verre du cilindre, il ne manquera pas d'en sortir entierement, de même que du tube B C, dont on doit plonger de nouveau le bout C dans le mercure chaud, afin que le reste du cilindre & une partie du tube B C se remplisse de mercure. Lorsque tout cela est refroidi, on pose le Termométre sur la planche graduée, & on éxamine, en le comparant avec un autre qui soit bien fait, si il contient trop ou trop peu de mercure, que l'on réduit alors à la quantité qu'il doit avoir. Après que cela est fait, & que le mercure, qu'on a fait bouillir dans le cilindre A B, s'est élevé dans le tube, en se raréfiant, jusques en-haut proche de C, & que par consequent tout l'air renfermé auparavant dans le tube en a été expulsé, on le scelle alors en-haut à la lampe des émailleurs, mais en usant dans cette rencontre de beaucoup de prudence. De cette maniere lorsque le mercure s'est refroidi & condensé, C D se trouve parfaitement

vuide

vuide d'air ; &, pour s'en assurer, il n'y a qu'à secouer ce Termométre, après l'avoir renversé, & on remarquera, que le mercure sort de A B, & qu'il remplit tout le tube B C D, sans qu'il reste aucune place proche de C, où il y ait la moindre résistance contre le mercure qui vient à tomber. De même aussi, quand on remettra le Termométre dans sa premiere situation, le mercure tombera subitement dans la même place qu'il occupoit auparavant. Comme le mercure ne bout, que lorsqu'il est fort chaud ; on peut mesurer la chaleur de plusieurs Corps à l'aide d'un semblable Termométre. Fahrenheit appliquoit ces Termométres sur une planche graduée, qui commence par l'Unité, où l'on marque le froid de la glace que l'on mêle dans ce Pays avec du sel ammoniac : on pose au-dessous de cette marque, beaucoup plus bas, le 70me degré, pour pouvoir faire des expériences sur le plus grand froid, comme quand on verse de l'esprit de nitre sur de la glace pilée : on pose au-dessus de l'Unité le 32me degré, qui marque le froid de l'eau qui commence à se geler, & on a soin de diviser l'espace intermediaire en 32 parties égales : on marque 212 à la hauteur où se trouve le mercure, lorsqu'on plonge le Termométre dans l'eau bouillante. Ainsi, en avançant toujours de degrés en degrés, qui soient égaux entr'eux, on parviendra enfin au 600me degré, que l'on posera à la hauteur de l'extrémité supérieure du tube C pour marquer la chaleur du mercure bouillant. Dès que l'on sçait une fois quelle est la capacité de la cavité interne du cilindre A B, & du tube C B, on connoît d'abord combien le mercure se dilate lorsqu'il s'arrête à la hauteur de quelque degré que ce soit. Quand on a commencé à dresser ainsi l'échelle des ces Termométres, on peut bien la conserver dans ce même état pour la suite, autrement on ne feroit pas mal de la commencer au point où il commence à geler, en posant l'Unité à l'endroit où se trouve maintenant le 32me degré, & en posant ensuite depuis cet endroit les autres degrés vers en-haut d'un côté, & vers en-bas de l'autre côté. Fahrenheit commençoit à compter depuis le froid, produit par la glace mêlée avec le sel ammoniac, parce qu'il croyoit qu'il ne pouvoit y avoir de plus grand froid, mais on a trouvé dans la suite qu'il se trompoit à cet égard.

§. 949. Ce Termométre rempli de mercure est éxempt des défauts, qui se rencontrent dans celui de Florence, & dont nous avons déja parlé, comme de 1, 2, 4, 6, 7 ; mais il lui reste les troisiéme & cinquiéme défauts, quoiqu'on puisse ôter le troisiéme, en posant le Termométre de niveau. Quant au cinquiéme défaut, qui consiste dans la dilatation du verre, & dans l'augmentation de la capacité de sa cavité interne, on n'a pu encore y remédier jusqu'à présent. On peut cependant corriger aussi ce défaut-là, & voici de quelle maniere. Il faut éxaminer d'abord, quelle est l'augmentation de la capacité du verre à la hauteur de chaque degré de chaleur, & en ajoutant cette augmentation à l'élevation du vif-argent ou autre liqueur qui se trouve dans le Termométre, on aura la véritable raréfaction que le feu excite dans le fluide. Toutes ces difficultés seroient

roient bien-tôt levées, si le feu raréfioit également toute sorte de verres; mais il s'en trouve de différente nature ; il y a du verre souple & fléxible, il y en a qui est plus dur, l'un se dilate beaucoup plus que l'autre à l'aide du même feu. Il est bien vrai, que j'ai découvert par le moyen du Pirométre, que le verre se raréfie différemment, suivant les différens degrés de chaleur qu'on lui communique ; mais ceux qui ont des Termométres d'une autre sorte de verre ne peuvent retirer aucun avantage de ces observations. C'est pourquoi pour lever en partie les difficultés que chacun peut rencontrer, j'ai pensé à un autre expédient, que je proposerai ci-après au §. 953. Par-là on remédie à tous les défauts qui se trouvent dans le Termométre de Florence. Nous ne devons pourtant pas nous figurer, que cet instrument soit si parfait, que l'on pourra mesurer au juste par son moyen la quantité de feu que les Corps contiennent ; tant s'en faut. En effet, lorsqu'on commence la planche graduée, le vif-argent n'est pas entierement froid, car il contient encore du feu. On remarque, que le mercure descend de 40 degrés au-dessous de la premiere marque, dans la glace que l'on incorpore avec le nitre ; osera-t-on dire qu'il ne peut y avoir de plus grand froid que celui-là ? On s'imaginoit il n'y a que quelques années, que la glace mêlée avec le sel ammoniac produisoit le plus grand froid, au-lieu qu'on trouve heureusement aujourd'hui, que l'esprit de nitre produit un plus grand froid, & peut-être que quelqu'un trouvera bien-tôt quelque autre liqueur, qui, étant mêlée avec la glace ou avec d'autres liqueurs, produira un froid de 100 degrés plus grand, que n'est le plus grand froid que nous connoissons à présent. Comment pourra-t-on sçavoir, si les Corps se trouvent privés de tout leur feu ?

2°. Nous nous servons des Termométres pour sçavoir, si on peut mesurer la quantité de feu que les Corps contiennent; mais, lorsque ces Corps viennent à être dilatés par une certaine quantité de feu, nous ignorons si une double quantité de feu les dilate aussi deux fois davantage. Cela n'arrive pas dans les Corps solides, comme on peut le voir au §. 928. La force attractive des parties l'empêche, & peut-être en est-il aussi de même à l'égard des fluides ; c'est une chose que nous ne connoissons pas encore ; par consequent, le Termométre nous peut seulement faire voir, si le mercure se raréfie plus ou moins, par le moyen d'un peu plus ou moins de feu ; il ne nous fait voir en effet rien davantage, & nous ne devons en rien conclure de plus.

3°. Si toute sorte de feu ne se meut pas avec la même rapidité, il peut arriver, qu'une grande quantité de feu, qui n'a que peu de mouvement, entre dans le vif-argent, & qu'il le raréfie seulement un peu. Il est aussi possible, qu'une petite quantité de feu qui se meut fort rapidement, s'insinue dans le mercure, & qu'il excite en lui une raréfaction considérable : par consequent la raréfaction du mercure ne nous fera pas connoître au juste la quantité de feu qui s'y trouve ; mais elle ne nous apprendra autre chose que l'effet qu'il produit, & qui dépend de sa quantité & de sa vîtesse. On voit donc clairement ce qu'on doit penser

de ces Termométres ; mais parce qu'ils sont fort communs, & qu'on en raisonne tout autrement qu'on ne devroit, & que les consequences qu'on en tire vont plus loin qu'il ne faut, j'ai cru qu'il étoit à propos d'en dire ici quelque chose de plus. J'avoue cependant, que les Termométres qui contiennent du mercure, sont les meilleurs & les plus parfaits de tous ceux que l'on a inventés jusqu'à présent : on en est redevable pour la plus grande partie à feu D. G. Fahrenheit, Artiste des plus habiles, à qui vient de succéder Monsieur H. Prins, qui n'a ni moins d'éxactitude ni moins d'adresse. J'ai fait voir en peu de mots dans les Additions aux expériences de l'Académie de Florence, de quelle maniere ces Termométres doivent être faits, quoique j'aye encore trouvé dans la suite quelques autres expédients pour réüssir.

§. 950. Monsieur Reamur, grand Philosophe François, a essayé avec son éxactitude ordinaire, & en se donnant bien des peines, de perfectionner le Termométre de Florence, que l'on emplit d'esprit de vin, & il y a appliqué avec succès une échelle fixe. Il a fort bien démontré, qu'on doit faire sortir l'air de l'esprit de vin, dont on remplit le tube & la boule, comme nous l'avons dit ci-dessus ; qu'on doit aussi faire la même chose à l'égard du vif-argent, ce qui rend la raréfaction de l'esprit de vin beaucoup plus égale, que lorsqu'il est plein d'air. On remarque que l'esprit de vin, dont on a fait sortir l'air qu'il contenoit, se raréfie à l'aide de la même chaleur tout autant que quand l'air s'y trouve encore, quoique Monsieur Taglini ait avancé le contraire. Bien-plus, Monsieur Reaumur croit avoir découvert, que ces Termométres sans air commençoient à monter plutôt, que les Termométres communs dont on n'a pas fait sortir l'air. La raison en est, que n'y ayant point d'air dans la partie supérieure du tube, il ne peut plus y avoir de résistance contre la liqueur qui monte, comme cela arrive dans les Termométres communs par le moyen de l'air qui est en-haut. Mais ces Termométres, qui sont effectivement autant perfectionnés qu'il est possible, en les remplissant d'esprit de vin, ont encore le 4, le 5, & le 6e. défauts des Termométres de Florence : cependant si on n'avoit pas les Termométres, que l'on emplit de mercure, & qui sont plus parfaits que les précédens, on devroit se servir pour les expériences & les observations qui demandent de l'éxactitude, de ceux que Monsieur Reaumur a perfectionnés.

§. 951. Lorsque la chaleur des Corps est trop grande, pour qu'on puisse la mesurer à l'aide des Termométres remplis de mercure, on doit se servir de notre Pirométre, par le moyen duquel on peut connoître la plus grande chaleur, même celle du fer fondu.

§. 952. Le Termométre rempli de mercure, étant appliqué sur la planche graduée, dont nous avons parlé, fait voir d'une maniere évidente, que pour faire bouillir les liqueurs, on doit leur communiquer divers degrés de chaleur.

Ces divers degrés de chaleur ne sont pas en raison de la solidité des Corps, puisqu'il y a certaines huiles legéres, qui demandent beaucoup

de feu, avant que de bouillir, tandis qu'une moindre quantité de feu suffit pour faire bouillir d'autres liqueurs plus pesantes : il seroit bien à propos que quelqu'un voulût se donner la peine de faire cette recherche dans toutes les huiles : l'esprit de vin rectifié bout, lorsque le mercure s'arrête au 176 degré : l'eau bout au 212 degré : l'esprit de nitre au 242 degré : la lessive de sel de tartre au 240 degré : l'huile de vitriol au 546 degré : le vif-argent au 600 degré : l'huile de lin ne bout pas plutôt, & elle a même besoin d'une plus grande chaleur.

§. 953. On remarque, lorsqu'on se sert des Termométres, que si on les plonge tout-à-coup dans une liqueur qui est beaucoup plus froide, l'esprit de vin s'éleve sur le champ dans le tube, & s'affaisse un moment après : la même chose arrive à l'égard du vif-argent, ou de quelqu'autre fluide que ce soit, dont on puisse remplir les Termométres. On remarque au-contraire que, si on les plonge dans une liqueur beaucoup plus chaude, le mercure se précipite d'abord dans le tube, & qu'il y remonte ensuite bien-tôt après. Les Philosophes de Florence ont fait les premiers cette découverte, ce qui a été confirmé dans la suite par Borelli *(a)* & Is. Vossius *(b)*. Ce phénoméne tout-à-fait surprenant vient, de ce que le froid & la chaleur des liqueurs, dans lesquelles on plonge le verre du Termométre, font plutôt impression sur ce verre, que sur l'esprit de vin ou sur le mercure qui y est renfermé ; de sorte que le verre venant d'abord à se condenser par le froid subit, qui agit sur lui, fait monter dans le tube l'esprit de vin ou le mercure : mais aussi-tôt que l'esprit de vin ou le vif-argent commence à se refroidir, il se condense & se précipite en-bas. Lorsqu'on plonge subitement le Termométre dans une liqueur beaucoup plus chaude, le feu qui pénétre le verre le fait d'abord raréfier, & comme il doit s'introduire plutôt dans le verre que dans l'esprit de vin ou le mercure, la capacité du verre devient d'abord plus grande, d'où il arrive que le brandevin ou le mercure s'affaisse dans le tube ; mais le feu ne s'insinue pas plutôt dans l'esprit de vin ou le vif-argent, qu'il le dilate aussi & le raréfie, & même beaucoup plus que le verre ; ce qui est cause qu'il commence dès-lors à s'élever dans le tube. Monsieur Geoffroy a cru après Is. Vossius, que les liqueurs commençoient à s'épaissir au premier abord de la chaleur, & qu'elles se raréfioient ensuite. Monsieur Amontons pour refuter ce sentiment, & rendre raison de ce phénoméne, prit deux liqueurs, dont l'une faisoit paroître plus de mobilité que l'autre, lorsqu'elles venoient à se raréfier par la chaleur : maintenant si les liqueurs s'épaississent à l'approche de la chaleur, il faut nécessairement que celle qui a le plus de mobilité en se raréfiant, s'épaississe aussi le plus, & par consequent qu'elle s'affaisse davantage & plus vîte que l'autre ; mais si les liqueurs, au-lieu de s'épaissir, ne cessent de se raréfier par la chaleur ; & que le verre se raréfie aussi, il faut que la

(a) *De Percussione*, Prop. 105.
(b) *De Motu Maris*, Cap. XI.

la liqueur la plus mobile s'affaiſſe le moins à l'approche de la chaleur, puiſqu'elle commence à devenir chaude en même temps que le verre. Ceci s'accorde avec l'expérience, c'eſt pourquoi le phénoméne en queſtion dépend de l'élargiſſement du verre, cauſé par la chaleur, & du retréciſſement du verre produit par le froid (*a*). Le fameux Monſieur Bulfinger a auſſi démontré cela par pluſieurs autres expériences dans la troiſiéme partie de l'Académie de Peterſbourg. Il prit une boule de verre A E F B, qui étoit enfoncée par en-haut comme A C B, de ſorte que ſon côté concave A C B étoit preſque paralléle au côté convexe A E F B. On remplit cette boule & le tube de brandevin teint avec de la rhubarbe, juſqu'à ce que la liqueur venant à ſe refroidir s'arrêtât au milieu du tube à la hauteur de K: on ſcella à la lampe des Emailleurs l'extrémité D. Cela étant fait, on verſa dans la cavité A C B de l'eau chaude, ce qui fit d'abord un peu jaillir en-haut la liqueur K; on diſtingua ſans peine ce jailliſſement de l'élévation qui ſe fit enſuite de la liqueur dans le tube. Ce jailliſſement étoit cauſé par la raréfaction du verre A C B, qui, comprimant la liqueur renfermée entre A E F B, la fit monter dans le tube K D: l'élévation qui ſe fit enſuite venoit de la chaleur, qui paſſe du verre A C B dans la liqueur, & qui la raréfie. Pl. XI. Fig. 26.

On verſa enſuite de l'eau froide dans la cavité A C B, d'où il arriva que la liqueur au-lieu de s'élever dans le tube proche de K, ſe précipita d'abord un peu en-bas, & même fort ſubitement; elle s'affaiſſa enſuite plus lentement, parce que le verre A C B venant à ſe condenſer par le froid, l'eſpace intérieur entre A E F B, & A C B devint plus grand, ce qui fut cauſe que la liqueur comprimée par l'air dans le tube K D, dut paſſer de K dans cette cavité devenuë plus grande, & par conſequent s'affaiſſer dans le tube; mais lorſque l'eau froide regorgeoit par-deſſus A & B, & par conſequent le long des côtés A E & B F, la liqueur s'élevoit d'abord un peu, proche de K, & deſcendoit enſuite: car alors tout le verre A E F B C ſe condenſoit, & comprimant par conſequent la liqueur, il la faiſoit monter plus haut, comme juſqu'à R. Au-contraire, lorſqu'on verſoit de l'eau chaude dans la cavité A C B, la liqueur proche de K s'élevoit ſubitement un peu en-haut; mais auſſi-tôt que cette eau venoit à regorger, la liqueur proche de K, s'affaiſſoit tout-à-coup, & remontoit enſuite. Nous avons dit que cette premiere élévation étoit cauſée par la raréfaction de la partie ſupérieure du verre A C B, qui diminue la cavité intérieure de la boule; mais dès que l'eau chaude regorge, elle dilate le verre A E F B, & augmente par conſequent la cavité intérieure de la boule; d'où il arrive que la liqueur doit redeſcendre de K, pour remplir cette cavité qui s'eſt élargie; mais la chaleur n'a pas plutôt dilaté le verre, qu'elle s'inſinue auſſi dans la liqueur, laquelle venant à ſe raréfier, s'éleve au-deſſus de K. Monſieur Leutman a encore confirmé cela par d'autres expériences. (*b*)

(*a*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1705.

(*b*) *Commentar. Petropol.* tom. 4.

Lors donc qu'on fait bien attention à cette raréfaction tant des liqueurs que du verre, on voit clairement que l'élévation des fluides dans les tuyaux des Termométres nous fait seulement connoître, de combien la raréfaction de ces mêmes fluides est plus grande que celle du verre : il paroît aussi par consequent, que la descente des fluides ne nous apprend autre chose, sinon que leur condensation est plus grande que celle du verre. Ainsi, pour sçavoir au juste, de combien la raréfaction & la condensation des fluides dans les Termométres l'emportent sur celles du verre, il faut, lorsqu'il gele, exposer son Termométre au froid de la gelée en plein air, & verser dans un pot de l'eau, dont on doit mesurer au juste la chaleur à l'aide d'un autre Termométre. Si on éxamine ensuite à quelle hauteur le fluide s'arrête dans le Termométre froid, & qu'on plonge brusquement la boule ou le cilindre dans cette eau chaude jusqu'à la hauteur où le fluide s'est arrété dans le tube, on verra que le fluide s'affaisse d'abord dans le tube à cause de la dilatation du verre : on ne doit pas oublier de marquer sur le champ combien ce fluide s'est affaissé dans le tube. Si on laisse ensuite refroidir le Termométre, après l'avoir retiré de l'eau, en sorte qu'il soit aussi froid qu'auparavnt, & qu'on le plonge dans une eau encore plus chaude, dont on mesure le degré de chaleur, on verra alors que la liqueur descendra d'abord plus bas dans le tube du Thermométre. Si on réïtére cela de la même maniere dans de l'eau, qui ait différens degrés de chaleur, ou bien dans de l'huile chaude, on pourra connoître par la descente de la liqueur dans le tube, la dilatation du verre ; on sçaura aussi par consequent quand le Termométre montrera dans la suite le même degré de chaleur, dans lequel on avoit fait une des expériences précédentes : il faut compter en même temps autant de hauteur, qu'il y a eu d'affaissement de la liqueur dans l'expérience : par exemple, je pris un Termométre rempli d'Alkool, lorsqu'il geloit, & l'ayant plongé dans de l'eau qui avoit 72 degrés de chaleur, cet esprit descendit une ligne dans le tube ; lorsque l'eau avoit 110 degrés de chaleur, la liqueur descendoit dans le tube $1\frac{1}{2}$ ligne ; quand elle avoit 132 degrés de chaleur, la liqueur descendoit 2 lignes, & lorsqu'elle avoit 200 degrés de chaleur, la liqueur descendoit 3 lignes. Tout cela me fait connoître, que, si un Termométre suspendu dans un air chaud ou dans quelque liqueur chaude, vient à s'élever jusqu'au 72 degré, je dois alors concevoir cette liqueur comme étant à la hauteur du 73 degré, puisqu'elle se seroit effectivement arrétée à cette même hauteur, si la chaleur n'eût augmenté la capacité du verre. Si donc la liqueur pouvoit s'élever dans le Termométre jusqu'à la hauteur de 200 degrés, on devroit concevoir cette même liqueur comme étant au 203 degré.

Comme il paroît par tout ce que nous venons de dire ici, que le feu raréfie le verre, on n'aura pas de peine à concevoir, pourquoi un verre épais & vuide que l'on approche subitement du feu, se casse & saute en piéces ; car le feu dilate tout d'abord les parties extérieures du verre, tandis

tandis que les parties intérieures conservent le même volume qu'elles avoient auparavant, de sorte qu'il y a alors une dilatation inégale des parties qui forment l'épaisseur du verre, & que les intérieures étant comme tiraillées font par consequent fendre le verre : on ne doit pas s'attendre à cela lorsque le verre est mince, parce que le feu pénétre alors & raréfie presque en même temps toutes les parties ; mais quand le verre est plein d'eau ou de mercure, il court grand risque de sauter & de se briser, parce que ces Corps ne deviennent pas d'abord chauds, & qu'ils tiennent le dedans du verre froid, tandis que le feu dilate avec force le côté extérieur.

§. 954. Le feu qui s'introduit en grande quantité dans les Corps, s'y arrete aussi & augmente leur poids, c'est pourquoi il doit être pesant, de même que tous les autres Corps. Je vais confirmer cela par quelques expériences, & on pourra en trouver beaucoup d'autres sur ce même sujet dans les Ouvrages de Messieurs du Clos, Boyle, Homberg & autres. Deux onces de limaille de plomb ayant été renfermées dans une retorte de verre, & exposées pendant une heure & demie à la flamme du soufre allumé, on trouva que la plus grande partie de cette limaille s'étoit convertie en chaux : lorsque tout cela se fut refroidi, & qu'on l'eut pesé de nouveau, on trouva qu'il pesoit quatre grains & demi plus qu'auparavant.

Une once de limaille de cuivre ayant été mise dans un creuset bien luté, en sorte que rien n'y pouvoit tomber, on l'exposa trois heures de suite à un feu de reverbere : cette limaille s'étant refroidie devint noire, mais elle pesoit 49 grains plus qu'auparavant. Lorsqu'on fait digerer comme il faut pendant quelque temps du mercure bien pur, on peut le convertir en une poudre rouge qui est plus pesante que n'étoit auparavant le vif-argent. *(a)*

Le feu dont on se servit pour faire ces expériences, étoit de trois sortes différentes, de soufre, de charbon & d'esprit de vin ; il ne laissa pourtant pas de produire le même effet. On pourroit soupçonner ici, que quelques-unes des particules qui servent de nourriture au feu se seroient peut-être introduites à travers les pores du verre & ceux du creuset, & que s'étant réünies avec les Métaux, elles auroient augmenté leur poids, sans qu'il y fut justement resté des particules de feu : mais il ne sera pas difficile de lever ce doute, en se servant des rayons du Soleil, au-lieu de quelqu'autre feu terrestre, car ces rayons ne sont entretenus par aucune matiere terrestre, le feu qu'ils forment est tout-à-fait pur, de sorte qu'ils ne sont accompagnés d'aucune particule grossiere.

§. 955. Du Clos ayant réduit en poudre subtile une livre de régule d'antimoine, il la mit dans un pot vernissé, qu'il exposa ensuite au foyer d'un miroir ardent ; il sortit de cette poudre une fumée blanche & épaisse : au bout d'une heure cette poudre se trouva comme réduite en cendres, & augmentée de la dixiéme partie du poids qu'elle avoit auparavant.

(a) *Hist. de l'Acad. Roy. an. 1705.*

On a fait de semblables expériences sur divers Minéraux, qui ont aussi reçu du feu une augmentation de poids, comme on le peut voir dans Monsieur du Hamel. Le fameux Monsieur Homberg a fait la même découverte à l'aide d'un miroir ardent du Duc d'Orleans : il prit quatre onces de régule de Mars réduit en poudre, & il l'exposa à la distance d'environ $1\frac{1}{2}$ pied du foyer, en le remuant continuellement avec une cuilliere de fer, jusqu'à ce qu'il ne fumât plus ; car pendant tout le temps qu'il se calcine, il exhale une fumée épaisse & noire, ce qui pourroit d'abord faire soupçonner que le métal devroit devenir plus leger ; cependant après qu'on l'eut fait ainsi calciner pendant une heure de suite, & qu'on eut remarqué qu'il ne fumoit plus, on trouva en le pesant, que son poids étoit augmenté de quatre onces, trois dragmes, & quelques grains, de sorte qu'il pesoit environ un dixiéme de plus qu'auparavant. (*a*) Monsieur Lemmery nous assûre qu'il a fait aussi la même remarque. Monsieur Zumbach dit avoir fondu à Cassel, avec un grand miroir ardent, du plomb, qui se réduisit en chaux & se convertit ensuite en verre : quoiqu'il se dissipât beaucoup de ce plomb en fumée, il ne laissa pourtant pas de peser davantage qu'il ne pesoit auparavant.

§. 956. Dans toutes ces expériences qui font voir une augmentation de poids à l'aide du feu, les Corps se sont trouvés exposés pendant longtemps à un grand feu, & ils ont été convertis en chaux, laquelle peut envelopper & renfermer une grande quantité de feu, ce qui devroit faire connoître son poids : cependant on ne doit pas être surpris qu'une petite quantité de feu, contenuë dans un Corps, ne devienne pas sensible par l'augmentation de son poids. C'est pour cela qu'un morceau de fer de cinq livres nous paroîtra toujours être de même pesanteur, soit qu'on le pese dans la même balance lorsqu'il est froid, ou lorsqu'on l'a fait rougir : cependant quoiqu'il paroisse également pesant dans ces deux cas, il faut qu'il pese davantage lorsqu'il est ardent, car le volume de ce fer est plus grand quand il est chaud, que lorsqu'il est froid : il est suspendu en plein air, & cet air souleve davantage un grand Corps, que celui qui est plus petit ; il doit donc pour cette raison être plus leger, lorsqu'il est chaud, que quand il est froid : mais comme il reste toujours également pesant, il faut qu'il reçoive du feu autant de poids, que l'augmentation de son volume lui en fait perdre lorsqu'il est suspendu en plein air. Cette expérience ne prouve donc absolument rien contre la pesanteur du feu : l'élévation de la flamme de tous les Corps qui brûlent prouve encore moins contre cette même pesanteur ; car la flamme, emportant avec elle les parties de ces Corps qui brûlent, forme un volume dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de l'air dans lequel elle s'éleve, de la même maniere que tous les fluides legers s'élevent ou sont poussés en-haut à-travers ceux qui ont plus de pesanteur. C'est pour cela que la flamme s'éleve d'autant moins, qu'elle se trouve dans un air plus délié, jusqu'à

(*a*) *Hist. de l'Acad. Roy.* an. 1705.

jusqu'à ce que venant à rencontrer un air encore plus subtil, elle cesse enfin de monter davantage. Cela se remarque, lorsqu'on met une chandelle allumée sous un verre dans la pompe pneumatique, car la flamme de cette chandelle est d'abord longue, mais dès qu'on commence à pomper l'air du verre, elle se raccourcit de plus-en-plus, jusqu'à ce qu'elle ne forme enfin que comme une petite boule ronde, qui ne tarde pas à s'éteindre entierement.

§. 957. Il paroît clairement de tout ce que nous avons dit jusqu'à présent du feu :

1°. Que le feu est un Corps, puisqu'il s'étend de tous côtés en se dégageant du Corps chaud qui le contenoit, & qu'il s'insinue alors ou dans d'autres Corps, ou dans les espaces. Il est hors de doute que le feu doit se mouvoir, puisqu'il se raréfie. Il y a aussi toute apparence qu'il est impénétrable, parce qu'il est réfléchi par les miroirs ardens. Il est pesant, puisqu'il augmente le poids des Corps qui ont été convertis en chaux.

2°. Le feu est composé de parties très subtiles, puisqu'il s'insinue dans les pores de tous les Corps, tant des Corps solides, que de ceux qui sont fluides.

3°. Ses parties doivent être fort solides, parce qu'elles sont fort petites, & il faut par consequeut qu'elles soient très-peu poreuses : c'est pour cela qu'elles ne se divisent pas aisement, qu'elles ne sont guére sujettes au changement, enfin qu'elles sont très-simples. Mais ne sont-elles pas élastiques ? J'ai commencé à en douter, en faisant bouillir de l'eau dans le vuide, dans une fiole dont se servent les Chimistes ; car le feu se raréfioit dans l'eau sous la forme de certaines grosses bulles, comme si c'étoit une matiere élastique. Lorsqu'on fait bouillir du mercure sur le feu dans un poëlon ouvert, il s'éleve aussi sur la surface du mercure de grosses bulles, qui sont pleines de feu, & que l'on prendroit pour de l'air élastique, quoiqu'elles ne soient néanmoins autre chose que du feu. On ne peut cependant pas encore conclure avec certitude de ce petit nombre d'expériences, que le feu soit élastique.

4°. Les particules du feu doivent aussi avoir une surface fort lisse, puisqu'elles s'introduisent si facilement dans tous les Corps, & même jusques dans leurs parties les plus cachées : cela seroit entierement impossible, si les particules du feu étoient rudes, inégales, ou crochues : la grande fluidité, que l'on remarque dans le feu, prouve aussi, que sa surface doit être fort unie, fort égale, & polie, ce qui a principalement lieu dans les Corps qui sont de figure sphérique.

5°. Le feu est aussi très mobile, puisqu'il meut avec une grande rapidité les parties de tous les autres Corps, & qu'il les tient en mouvement, comme cela paroît sur-tout dans le foyer des verres & des miroirs ardens. Le Soleil, qui darde ses rayons contre les exhalaisons subtiles & déliées des Cometes, les pousse jusques derriere elles, comme si elles y étoient portees par le vent, de sorte qu'au-lieu de former un Atmosphère tout autour de la Comete, elles ne sont alors & ne paroissent que comme une longue queue qui traine en arriére.

6°. Le

6°. Le feu peut s'attacher & se coller aux autres Corps, dont il augmente le poids; il se détache aussi avec les parties volatiles & se dissipe ensuite dans l'air.

7°. Il peut aussi rester en repos, ou du moins se mouvoir avec beaucoup moins de rapidité, que celle qu'il avoit auparavant, comme lorsqu'il se tient dans la chaux des métaux & des autres Corps, qui, suivant le Termométre, ne sont pas plus chauds que l'air dans lequel ils se trouvent. Ces Corps absorbent d'autant plus de feu, qu'ils y ont resté plus long-temps, comme cela paroît lorsqu'on jette dans l'eau deux morceaux de pierre de chaux, qui pesent également, & dont l'un a été brulé tout un jour plus que l'autre; car l'eau, dans laquelle on met le morceau de chaux qui a été le plus brulé, deviendra beaucoup plus chaude que l'autre eau. Il en est de même a l'égard de deux sels alcalis, qui n'ont pas été rougis au feu aussi long-temps l'un que l'autre, & que l'on fait fondre ensuite dans de l'eau. Mais ce feu, qui est comme embarrassé dans la plûpart des Corps, produit alors une lumiere, comme cela se voit dans la pierre de Boulogne, & presque dans toutes les autres pierres calcinées, ou que l'on a auparavant dissoutes dans des liqueurs acides & qui ont été ensuite calcinées. On remarque aussi la méme chose dans les boles, & dans d'autres terres, dans les os des animaux, & dans les cendres de plusieurs plantes. Lorsqu'on expose ces Corps pendant quelque temps au Soleil, & qu'on les met ensuite dans un endroit sombre & obscur, ils repandent une lumiere, qu'ils ont comme absorbée, & ils la conservent même pendant un assez long espace de temps; ou bien, si ils viennent à la perdre, ils l'acquiérent de nouveau, aussi-tôt qu'on les expose au Soleil. La pierre de Boulogne, gardée dans une boëte de cotton, conserve cette proprieté lumineuse pendant plus de trois ans, comme nous l'assure Monsieur Polinier. L'incomparable Philosophe François Monsieur du du Fay a trouvé, & fait voir, (*a*) que tous les autres Corps ont aussi la méme proprieté que la pierre de Boulogne. Il prétend en effet, que les diamans, les saphirs, les amétistes, & autres pierres précieuses, exposées premierement au Soleil, absorbent la lumiere, & la conservent pendent quelque temps.

§. 958. Mais avant que le feu passe de ce mouvement rapide, qu'il avoit auparavant, à un autre mouvement plus lent, & qui diminue insensiblement jusqu'à ce qu'il se trouve presque dans un repos parfait, il doit pour cet effet passer par divers degrés de vîtesse, qui diminuent continuellement. Cela nous fait voir d'une maniere évidente, qu'il peut y avoir quelquefois beaucoup de feu dans un Corps, mais qu'il ne s'y meut que foiblement, & qu'il n'y produit non plus que peu d'effet : il peut aussi arriver quelquefois, qu'une petite quantité de feu, qui aura un mouvement fort rapide, produira un effet considérable. Il en est peut-être ainsi à l'égard du Phosphore, qui est formé sur-tout d'Urine, & des parties

(*a*) *Hist. de l'Acad. Roy.* an. 1730.

parties des animaux : il contient en effet beaucoup de feu, qui repand de la lumiere, mais qui n'eſt pas chaud, parce qu'il eſt preſque ſans mouvement; &, lorſqu'on le plonge dans un peu d'eau, il ſe meut encore moins qu'auparavant, de ſorte qu'il ne peut plus luire ſous l'eau : mais dès que ces parties de feu commencent à ſe mettre en mouvement, elles paroiſſent d'abord dans leur premier état naturel, elles ſe meuvent avec une grande rapidité, elles s'enflamment ſur le champ, & brulent avec une vîteſſe ſurprenante. Cela ſe remarque auſſi dans le Minium, qui, étant allumé dans le vuide, ſe dilate avec beaucoup de violence, & s'enflamme. Ces particules de feu s'envolent auſſi de nouveau dans l'air, & emportent même avec elles quelques-unes des parties du métal, dans lequel elles étoient renfermées, comme il paroît par l'obſervation ſuivante de Monſieur Homberg. Ce Chimiſte ayant expoſé du Régule de Mars, calciné & devenu plus peſant, au foyer d'un verre ardent, cette poudre s'y fondit, & il s'en exhala une demi-once ſous la forme de fumée.

§. 959. Le feu peut être retenu long-temps dans divers Corps, qui ſe trouvent enveloppés d'autres Corps; il y a auſſi certains Corps, qui attirent à eux le feu contenu dans d'autres Corps, qu'ils environnent. Renfermez dans des Vaiſſeaux ou bouteilles, des métaux, des pierres, du bois, & toute ſorte de fluides chauds; enveloppez enſuite ces bouteilles dans de la laine, dans une fourrure, dans de la plume, dans des cheveux ou du crain, & vous verrez qu'elles reſteront fort long-temps chaudes. Mais au-contraire, verſez tout au-tour de ces vaſes de l'eau, ou d'autres fluides, ou bien expoſez-les au grand air, & ils ne manqueront pas de ſe refroidir dans très peu de temps.

L'eau chaude ſe refroidit bien plus vîte dans le vuide, que lorſqu'on l'expoſe au grand air. Le bois luiſant vermoulu continue de luire pendant quelques jours, quand il eſt en plein air, mais il perd bien-tôt toute ſa lumiere lorſqu'on le met dans le vuide, & on a beau lui redonner de l'air, cela ne lui fera pas reprendre pour cela ſon premier éclat. Les mouches luiſantes luiſent pendant la nuit lorſqu'elles ſont à l'air, & elles ceſſent de luire dès qu'on les met dans le vuide, mais auſſi-tôt qu'on y laiſſe rentrer l'air, elles commencent à luire tout comme auparavant. Le fer reſte plus long-temps chaud dans le vuide, que quand il eſt en plein air. Voilà par conſequent pluſieurs effets oppoſés les uns aux autres, qui n'ont été connus que par l'expérience, & peut-être ſe trouve-t-il encore dans la Nature un bien plus grand nombre de ſemblables contrarietés, que l'on doit découvrir à l'aide des obſervations.

On remarque que la laine, les fourrures & les poils entretiennent long-temps la chaleur des Corps, lorſqu'on les en enveloppe, & qu'ils retiennent par conſequent long-temps le feu, de ſorte que la quantité de feu qui ſe trouve entre les Corps enveloppés & la fourrure ne doit ſe diſſiper que lentement. Il me ſemble que les Corps, qui conſervent ainſi long-temps la chaleur, ſont compoſés de parties, que le feu peut faire

trémouffer facilement, & que ce trémouffement attire le feu, ou qu'il eft caufe que le feu qui vient à s'attacher, ne perd que peu de fon mouvement, & qu'il peut refter long-temps chaud. Y a-t-il rien en effet qui puiffe trémouffer plus facilement que les poils, les fourrures, la laine, & les plumes? Ou bien y auroit-il lieu de croire, que l'huile qui fe trouve dans ces Corps, & qui fert de nourriture au feu, contribueroit beaucoup à l'attirer & à le conferver? Cela pourroit être auffi. Au contraire, fi on entoure les Corps chauds d'autres Corps, qui ne trémouffent qu'avec peine, ou qui ne confervent pas long-temps leur trémouffement, ou qui ne foient pas huileux, ils fe refroidiront beaucoup plus vîte. Il en eft ainfi à l'égard de l'eau, qui ne contient point d'huile, & qui ne fçauroit conferver le trémouffement à caufe de la folidité de fes parties. Quant à l'air, quoiqu'il puiffe trémouffer facilement, il ne conferve pourtant pas long-temps fon trémouffement, comme il paroît par le fon, qui ne dure qu'un moment, auffi eft-ce pour cette raifon que l'air ne fçauroit retenir long-temps le feu dans les Corps.

Mais voici une autre queftion. Pourquoi l'eau fe refroidit-elle plus vîte dans le vuide, tandis que le fer y refte plus long-temps chaud, qu'en plein air? Parce que l'eau n'étant pas huileufe, elle ne peut ni arrêter le feu, ni par confequent le conferver, au-lieu que le fer a beaucoup d'huile, & par confequent dequoi le nourrir abondamment. De plus, le feu fort librement & facilement de l'eau, qui n'eft pas comprimée dans le vuide, & dont les parties fe meuvent alors les unes fur les autres fans beaucoup de frottement : il ne rentre pas non plus dans l'eau, comme il pourroit encore faire, fi les parties de l'eau fe frottant étoient comprimées fortement les unes fur les autres, comme cela arrive, lorfque l'air peut comprimer l'eau. Mais les parties du fer, qui eft dur, ne pouvant fe mouvoir les unes fur les autres, & devenant encore plus immobiles par la preffion de l'air elles fe trouvent moins en état de trémouffer en plein air que lorfqu'elles font dans le vuide, c'eft pourquoi elles conferveront plus long-temps leur feu dans le vuide, que quand elles feront expofées à l'air.

§. 960. Lorfqu'on pofe un Corps chaud fur un autre Corps chaud, il lui communique une partie de fon feu, & il perd autant de fon feu qu'il en communique à l'autre, ce qu'il ne ceffe de faire jufqu'à ce qu'ils fe trouvent l'un & l'autre également chauds.

Les Corps folides chauds produifent cet effet fur les Corps folides froids; les fluides chauds agiffent auffi de la même maniere fur les Corps folides froids & fur les fluides froids, fans qu'on ait pu y remarquer jufqu'à préfent aucune différence. En effet, fi on jette une pierre froide dans de l'eau chaude, elle y deviendra auffi chaude que l'eau même : & fi on verfe de l'eau froide dans de l'eau chaude, elles deviendront auffi l'une & l'autre également chaudes.

§. 961. C'eft pourquoi le feu venant à fortir & comme à s'échapper des Corps, il fe diftribue & fe repand de tous côtés, jufqu'à ce qu'il fe

foit

ſoit communiqué également à tous les autres Corps, qui ſont proche de lui & qui l'environnent. Si on met dans un lieu bien ſpacieux pluſieurs Corps, tant ſolides que fluides, comme du fer, du plomb, du marbre, des fourrures, des plumes, du coton, du bois, du liege, du vin, de l'eau, de l'huile de vitriol, du vif-argent, ou autres Corps ſemblables, & qu'on les y laiſſe pendant quelques heures ſans le chauffer, ſoit en y donnant entrée à la lumiere du Soleil, ſoit en y faiſant du feu, ou en y laiſſant entrer du monde; on trouvera alors, en appliquant ces Corps ſur le Termométre le plus mobile, qu'ils ſont tous également chauds: bien plus, ſi on y renferme le Termométre dans le vuide, on ne remarquera pas qu'il ſoit plus ou moins chaud. La raiſon en eſt, que le feu ſe diſperſant également de tous côtés, ſe diſtribue auſſi également dans tous ces Corps; d'où il arrive qu'un pied cubique d'or, d'air, de plumes, ou d'eau, contient la même quantité de particules de feu, du moins autant qu'on peut s'en aſſurer à l'aide du Termométre. Mais quelle eſt la raiſon pour laquelle le feu ſe diſperſe ſi également de tous côtés, & pourquoi ſe diſtribue-t-il avec tant d'uniformité dans tous les Corps? Si le feu eſt élaſtique, comme j'ai commencé à le ſoupçonner au §. 957. on n'aura pas de peine à concevoir la raiſon de ce Phénoméne, & il faut alors que cela ſe paſſe ainſi, puiſqu'il eſt impoſſible que le feu ſe tienne en repos, avant que d'avoir rencontré de tous cotés une égale réſiſtance, & qu'il ſe ſoit par conſequent diſtribué également dans tous les endroits & dans tous les Corps. Mais ſi le feu poſſede cette proprieté, comment peut-il alors ſe trouver, ſéjourner, & repoſer en plus grande quantité dans la chaux des pierres & des métaux, & augmenter leur poids ſuivant les §. 954, 955? Eſt-ce que les parties du feu ſont ici ſi fort entaſſées les unes ſur les autres, qu'elles auroient perdu toute leur élaſticité? Ou bien, ne ſe touchent-elles pas alors les unes les autres, & ſont-elles ſeulement renfermées ſéparément dans des cavités de la pierre ou du métal? Il y a quelque vraiſemblance là-dedans, mais cela n'eſt pourtant pas encore aſſez certain, pour qu'on ſoit en droit de le regarder comme démontré.

§. 962. Si on ſuſpend un Termométre à un long fil, & qu'on lui communique un mouvement de vibration à travers l'air, il ne pourra donner aucune marque de chaud ou de froid: L'air même, qu'on pouſſe contre lui avec un ſoufflet, n'eſt pas capable de faire monter ou deſcendre la liqueur qu'il contient. La raiſon en eſt, que le feu eſt également diſperſé par-tout dans l'air, de ſorte que quand on donne au Termométre un mouvement de vibration, on le fait ſeulement paſſer d'un endroit dans un autre, qui a le méme degré de chaleur; & lorſqu'on ſouffle avec un ſoufflet contre le Termométre, on ne fait que lancer contre lui de l'air, qui eſt également chaud, de ſorte que le fluide ne doit ni s'élever, ni s'affaiſſer dans le Termométre. Ces Expériences demandent une grande exactitude, & on ne doit les faire qu'on prenant en même temps toutes les précautions poſſibles. Il ne faut pas les faire en préſence d'un grand nombre de Spectateurs à la fois, parce que leurs Corps communiquent

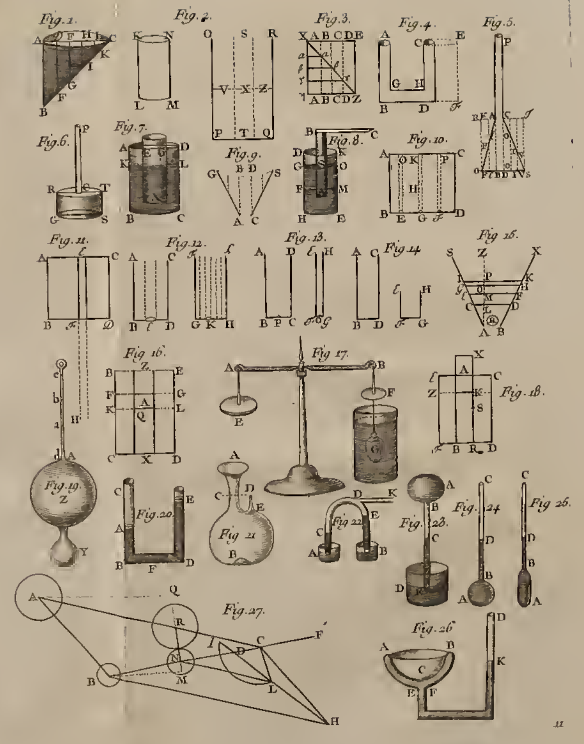
 d'abord

d'abord à l'endroit où cela se passe une chaleur inégale. Il arriveroit de-là qu'en branlant le Termométre dans un endroit trop chaud par-devant quelqu'un, il ne manqueroit pas de monter sur le champ. On ne doit pas non plus toucher le soufflet avec ses mains, parce que le feu des mains produit d'abord un changement dans le bois & dans l'air; mais le meilleur est de tirer le soufflet avec une corde, comme font les maréchaux. Le vent qu'on souffle contre le Termométre doit être sec, il faut aussi que le Termométre le soit, autrement on aura un effet tout différent de celui auquel on s'attend. En effet, si on plonge le Termométre dans l'eau, & qu'après l'en avoir retiré, on souffle avec le soufflet contre la boule humide, on la rendra par-là beaucoup plus froide; &, si on humecte en même temps la boule avec de l'eau, & qu'on souffle ensuite contre cette boule, elle en deviendra beaucoup plus froide, & elle ne manquera pas de faire descendre fort bas la liqueur du Termométre, quoique l'eau dans laquelle on a plongé la boule soit plus chaude que la liqueur du Termométre : Si on plonge le Termométre dans la même eau, & qu'on le suspende ensuite dans l'air sans le remuer, la liqueur y remontera d'abord. Cela ne viendroit-il pas de ce que l'eau attire le feu avec force, & que s'incorporant d'abord avec le feu du Termométre, elle emporte ce feu avec elle, dès qu'on vient à la souffler ? Quelle que puisse être la cause de ce Phénoméne, nous pourrons concevoir par-là, pourquoi les Mariniers, voulant boire du vin frais sur mer, suspendent, lorsqu'ils vont à la voile, leurs bouteilles aux mâts entre les voiles humides, & cela de telle maniere qu'elles soient exposées au vent, ce qui rafraichit beaucoup le vin, & le rend beaucoup plus froid que n'est le vent ou même l'eau de la mer.

§. 963. Peut-on donc établir, que les Corps qui sont en repos & entierement libres, attirent effectivement le feu, mais que les uns l'attirent avec plus de force que les autres? Si cela étoit ainsi, il devroit s'en trouver quelques-uns d'entr'eux, qui resteroient plus chauds que les autres. Il paroît cependant par les expériences du Chevalier Newton, que les Corps sulfureux attirent la lumiere avec plus de force, que ne font les autres Corps. Cette différence d'attraction est-elle alors si petite, qu'on ne puisse la découvrir à l'aide de la raréfaction des Corps, ou par le moyen de certains Termométres, mais seulement, par la réfraction des rayons de la lumiere? Cela pourroit être vrai.

§. 964. Nous concevons aussi par cette distribution du feu, qui se fait d'une maniere uniforme, pourquoi le feu qui s'exhale d'un charbon ardent, ou d'une boule ardente de métal ou de pierre, se disperse également en-haut, en-bas, à côté, & de toutes parts. On peut s'en convaincre à l'aide des Termométres, en suspendant autour d'eux une boule chaude de métal, que l'on tient à une égale distance de chacun d'eux, car ils se raréfient alors tous également vîte.

§. 965. Il suit encore de-là, que le feu doit être distribué également par tout le Corps : mais parce qu'un Corps, qui repose sur un autre, le touche


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14
Fig 15.
Fig 16.
Fig 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig 21
Fig 22
Fig. 23.
Fig. 24
Fig 25.
Fig. 26
Fig. 27.

touche dans la surface par laquelle il a d'abord communiqué son feu, il faut par consequent que le Corps, qui en échauffe un autre, conserve sa chaleur dans le centre plus long-temps que par-tout ailleurs.

§. 966. J'ai dit au §. 961, que le feu se dispersoit également dans tous les endroits du lieu où on le plaçoit, & dans tous les Corps qui s'y trouvoient; par consequent si on suspend en plein air un Termométre, mais de telle sorte, qu'il ne soit pas exposé aux rayons du Soleil, il marquera le même degré de chaleur tout proche de la Terre, & à la hauteur de 10, 20, 30. & 40 pieds, comme je l'ai observé moi-même. Mais quant aux Maisons qui ont plusieurs étages, on ne remarque pas que cette distribution se fasse d'une maniere uniforme dans tous les étages, soit pendant le jour, ou pendant la nuit : On trouvera en effet, que le plus haut, ou celui qui est situé immédiatement sous le toit, est le plus chaud de tous en plein midi; que l'étage suivant, moins élevé que le précédent, n'est pas si chaud; & que le plus bas est celui où il y a le plus de fraicheur: A minuit au contraire l'étage le plus bas est le plus chaud, celui qui se trouve sous le toit est le plus froid, & celui qui est entre-deux a une chaleur, qui tient le milieu entre celle des deux autres étages. La raison en est, que le toit étant le plus exposé au Soleil, il en est aussi le plus échauffé : Le feu pénétre insensiblement pendant le jour de haut en-bas à travers tous les étages, & il ne s'introduit que tard dans le plus bas de tous : pendant la nuit l'air de l'Atmosphére se refroidit, il rafraichit d'abord l'air qui se trouve sous le toit, ensuite celui du second étage, & enfin celui du plus bas étage, parce que le feu ne pénétre pas tout d'abord à travers les planchers & les voutes.

§. 967. Si l'on rend également chauds deux Corps de même matiere, de même volume, & de même figure, & qu'on en applique un sur un Corps dur & dense, & qu'on pose l'autre sur un Corps mou & plus poreux, le premier se refroidira alors beaucoup plus vîte que le second qui repose sur le Corps mollasse. Cependant le Corps dur paroîtra être devenu moins chaud, que celui qui est mou.

La même chose a aussi lieu dans les fluides. Que l'on mette en effet dans trois verres de même grandeur de l'air, de l'eau, du mercure, & que ces trois fluides soient également chauds; qu'on prenne alors trois morceaux de fer de même grandeur, également chauds, & qu'on les plonge dans ces trois fluides : celui qu'on mettra dans le verre, qui contient l'air, conservera le plus long-temps sa chaleur : celui qu'on plongera dans l'eau se refroidira beaucoup plus vîte : mais celui qui sera plongé dans le vif-argent, se refroidira le plus vîte de tous.

Car le feu, qui passe d'un Corps dans un autre, n'agit pas sur les pores, mais sur les parties solides; il doit mettre en mouvement les parties du Corps, dans lesquelles il s'insinue : ces parties sont en plus grand nombre dans un Corps solide & dur, elles tiennent plus fortement les unes aux autres, elles se meuvent plus difficilement, & elles affoiblissent par consequent davantage par leur résistance les forces du feu, que ne font celles

du Corps mou. Ainſi un Corps chaud, appliqué ſur un Corps dur & peſant, doit paroître perdre beaucoup plutôt ſon feu, que ſi il repoſoit ſur un Corps mou & poreux; le Corps dur, qui reçoit le feu, doit auſſi paroître moins chaud, ou avoir reçu moins de feu, puiſque ſes parties ſont moins muës par le feu qu'il reçoit, que celles du Corps mollaſſe.

On concevra maintenant ſans peine, pourquoi, lorſqu'on met la main ſur quelque métal, ſur une pierre, ou ſur de la laine, le métal & la pierre nous paroiſſent beaucoup plus froids que la laine, quoique ces trois Corps ſoient également chauds; & pourquoi encore nos mains ſe refroidiſſent en effet beaucoup plutôt, lorſque nous les poſons ſur des métaux ou ſur des pierres, que quand nous manions de la laine ou quelque fourrure : car lorſque la main repoſe ſur le métal, elle touche tout à-la-fois un millier de parties, au-lieu que quand elle eſt poſée ſur de la laine ou quelque fourrure elle ne touche alors qu'une dixaine de parties : ainſi le feu de la main agira dans le premier cas ſur mille parties, mais il n'agira que ſur dix dans le ſecond cas : de plus ce feu ne met que difficilement en mouvement les parties du métal, qui eſt ſolide, tandis que celles de la laine ſe meuvent ſur le champ, & que leur trémouſſement dure longtemps. La laine doit donc nous paroître chaude, & le métal doit nous paroître froid.

§. 968. Nous avons avancé au §. 962, que le vent qui ſouffle contre un Termométre ne montroit pas plus de froid que l'air calme & tranquille. Cependant le vent refroidit beaucoup plus notre Corps, que l'air calme, & il nous cauſe même des maladies, qui ne ſont pas du tout produites par un air calme. Cela vient de ce que notre Corps eſt naturellement plus chaud que l'air qui nous environne; par conſequent notre Corps échauffe cet air, & lorſqu'il eſt tranquille, nous nous trouvons alors comme dans notre propre Atmoſphére, qui devient auſſi chaud que notre propre Corps, d'où il arrive que nous ne ſentons point de froid, ou preſque point du tout : mais lorſque le vent vient à ſouffler contre nous, il chaſſe arriére de nous & diſſipe l'Atmoſphére chaud, qui nous environne, laiſſant tout autour de notre Corps un autre Atmoſphére beaucoup plus froid; &, comme le vent ne ceſſe de ſouffler continuellement contre nous, & de porter ſans ceſſe avec lui un nouvel air, il faut de néceſſité que notre Corps devienne dans peu auſſi froid que l'air même. De cette maniere nous n'aurons pas de peine à concevoir à préſent, pourquoi en pouſſant doucement avec la bouche ouverte contre le dos de la main l'air chaud, qui ſort des poumons, & qui eſt toujours un peu plus froid que le dedans de notre Corps; pourquoi, dis-je, nous n'écartons pas de la main l'Atmoſphére qui l'environne, ou que nous ne le diſperſons qu'en partie, que nous l'empliſſons même de parties chaudes, & que nous ſentons par conſequent que notre haleine eſt chaude, au-lieu que lorſque nous ſoufflons avec violence contre la main avec la bouche preſque fermée, nous trouvons que notre halaine eſt froide; car on diſſipe alors par le ſouffle tout l'Atmophére chaud qui entoure la main,

tandis

tandis que le premier souffle laisse la main dans le même Atmosphére qui l'environnoit auparavant.

§. 969. On remarque d'ordinaire, que plus les Corps ont de peine à devenir chauds, plus ils conservent long-temps leur feu, lorsqu'ils sont une fois chauds : Plus ils sont pesans & durs, plus ils ont de peine à devenir chauds, comme le fer, le cuivre, les pierres, mais ils conservent aussi fort long-temps leur chaleur : cependant la craie est celui de tous les Corps, qui a le plus de peine à devenir chaud, & qui ne laisse pourtant pas de se refroidir assez tôt. Plus les Corps sont legers, moins ils tardent à devenir chauds, & à perdre leur feu, lorsqu'ils sont chauds : c'est pour cela que l'air s'échauffe & se refroidit facilement, l'esprit rectifié de brandevin un peu plus lentement, l'eau encore plus lentement, & le mercure beaucoup plus lentement. On peut concevoir bien facilement, pourquoi les Corps pesans & durs, comme le fer, le cuivre, les pierres, ne sont mis qu'avec peine & lentement en mouvement par le feu ; car ils n'ont que de petits pores, que le feu ne sçauroit d'abord pénétrer : En second lieu, leurs parties ne se meuvent pas facilement à cause de leur dureté, c'est pourquoi elles ont besoin d'une grande quantité de feu, avant qu'elles puissent être mises en mouvement. Ajoutez à cela, que les Corps pesans ont un grand nombre de parties, qui demandent par consequent une grande quantité de feu pour pouvoir être ébranlées; au-lieu que les Corps legers & plus mollasses ont de plus larges pores, qui donnent d'abord entrée au feu & le font pénétrer au-dedans du Corps : leurs parties qui sont en petit nombre, & qui se meuvent facilement, n'ont besoin que d'une petite quantité de feu pour pouvoir être ébranlées. Mais aussi-tôt que les Corps durs & pesans sont remplis de feu, plusieurs de leurs parties se meuvent, & elles conservent & entretiennent par ce mouvement l'action du feu. Il n'en est pas ainsi des Corps mollasses, il n'y a que peu de leurs parties qui soient en mouvement, & elles sont par consequent moins en état de conserver le feu, & de l'entretenir si longtemps; c'est pourquoi ces Corps ne doivent pas tarder à perdre le feu qu'ils contiennent, c'est-à-dire, ils doivent se refroidir beaucoup plutôt que les Corps durs & pesans. Je crois que la craye n'a tant de peine à devenir chaude, qu'à cause de sa blancheur, car nous verrons dans la suite, que les Corps blancs repoussent continuellement le feu, & même beaucoup plus que les autres Corps colorés. De plus, la craye semble être aussi comme une sorte de cendre, dans laquelle il ne se trouve rien qui puisse servir de nourriture au feu, & qui n'a par consequent rien qui puisse le retenir, ainsi le feu ne tarde pas à en sortir, d'où il arrive que la craye se refroidit bientôt.

§. 970. Si on presse des Corps solides, durs & secs les uns contre les autres, & qu'on les frotte fortement, ils commencent d'abord à tiedir, ensuite à devenir chauds, &, si le frottement continue, la chaleur augmente à un tel point, que les Corps deviennent enfin ardens, & s'enflamment lorsqu'ils peuvent nourrir le feu.

Le

Le ſeul frottement met le bois en feu, & ſur-tout celui qui eſt fort dur. Il arrive de-là en effet, que des Forêts entieres ſe conſument par le feu, lorſque les branches des arbres, agitées avec violence par le vent, ſe frottent fortement les unes contre les autres. Lorſqu'on perce d'un coup bruſque un bois dur avec un tériere obtus, il devient ſi chaud, qu'on ſent l'odeur de bois brûlé. Monſieur Rohault rapporte, qu'ayant fait ſcier un bois dur avec beaucoup de célérité, il ne tarda pas à ſentir l'odeur des particules qui brûloient. Lorſqu'on bat le fer à grands coups & avec pluſieurs marteaux, qui frappent preſque en même-temps, il devient extrêmement chaud. Du ſucre bien ſec ou du mercure ſublimé, que l'on pile pendant la nuit dans un mortier, repandent de la lumiere. Lorſqu'on fait deux tours d'une corde autour d'un arbre, & qu'on la tire deçà & delà avec beaucoup de célérité & violence, elle devient chaude & s'enflamme. Deux pierres d'agate, que l'on frotte l'une contre l'autre, ſe mettent en feu. Si l'on frotte avec force & rapidité un tube ou une boule de verre avec la main, du linge, ou quelque autre choſe, il devient chaud, & repand une lumiere, qui a une couleur & un éclat différent ſelon la diverſité du Corps avec lequel on le frotte. L'amalgame de mercure frotté ſur un miroir repand de la lumiere. Du vif-argent bien pur & bien ſec, ſecoué fortement dans une bouteille pleine d'air, & qui ne ſoit pas humide, fait paroître quelques étincelles de lumiere; mais il repand une grande lumiere, & qui eſt même fort éclatante, lorſqu'on pompe l'air groſſier de la bouteille. Monſieur Deſlandes ayant jetté la nuit avec violence des huitres & certaines groſſes moules contre un mur & contre le pavé, s'apperçut que la liqueur venant a ſortir avec impétuoſité repandoit de la lumiere. (*a*) L'or, l'argent, le cuivre, les Diamans deviennent éclatans & brillans, lorſqu'on les frotte contre un morceau de verre. (*b*) Le linge, la ſoye, & le papier dur deviennent chauds, & donnent de la lumiere, quand on les tire avec violence entre les doigts. On peut faire paroitre ces phénoménes en tous temps, en tous lieux & même dans le vuide, comme Meſſieurs Boyle & Hauksbée l'ont fait voir, en frottant dans le vuide avec violence un diamant, de la gomme laque, de la cire d'Eſpagne, du verre, de l'ambre, des coquilles d'huitre, de la laine, des plaques d'acier, des pierres à fuſil. Lorſqu'on bat un caillou en plein air avec un fuſil d'acier, il en ſort des étincelles brillantes, qui ne ſont autre choſe que des globules de métal fondu, comme on peut s'en convaincre lorſqu'on a ſoin de les ramaſſer. Mais, ſi l'on bat le caillou dans le vuide avec le fuſil, on ne remarquera point d'étincelles, quoiqu'il ne laiſſera pourtant pas de ſe former de petits morceaux de caillou calcinés & des globules de métal fondu. La raiſon pour laquelle il ne paroit point d'étincelles, c'eſt que l'huile, qui eſt dans l'acier, ne prend pas flamme dans le vuide: il nait cependant du feu, lorſqu'on bat le caillou

(*a*) *Traité de Phiſique*, pag. 212.
(*b*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* An. 1707.

caillou avec le fusil, & la fonte du métal ne laisse pas de se faire ; car le caillou ne devient luisant & transparent que par le moyen de la lumiere. L'aiman attire quelques-uns de ces globules fondus ; mais il s'en trouve d'autres qu'il n'attire pas ; ces derniers ont été vitrifiés par le feu, & ils ont par consequent perdu leur nature de fer. Nous concluons de toutes ces observations, que le feu se trouve par tout, & qu'il est présent dans tous les Corps. Il suit encore de ces mêmes remarques, que ce qui étoit presque en repos dans les Corps, ou qui n'y avoit que peu de mouvement, peut se mouvoir avec beaucoup de rapidité par le moyen du frottement lorsque les parties des Corps viennent à s'ébranler & à trémousser avec une grande célérité à l'aide du frottement.

§. 971. Comme tous les Corps élastiques trémoussent fort facilement, & que leur trémoussement dure long-temps, les Corps élastiques seront les plus propres de tous à contenir le feu, ou à le rassembler : aussi voit-on que l'acier trempé est beaucoup meilleur que le fer souple, pour faire sortir d'un caillou des étincelles de feu, quoiqu'il y ait encore autre chose qui contribue à produire ce phénoméne, & dont je parlerai dans la suite. Et, parce que les Corps mous ne rebondissent & ne trémoussent presque pas, ils ne rassembleront le feu qu'avec peine, & ne deviendront pas facilement chauds, quoiqu'on les frotte. C'est pour cela qu'on remarque, que les animaux les plus chauds sont ceux, dont les Corps sont composés de vaisseaux qui ont beaucoup de solidité & d'élasticité ; leur sang est aussi fort élastique : au contraire les animaux les plus froids sont ceux, dont les Corps sont mollasses, & dont le sang est aqueux.

§. 972. Mais voici une question qui se présente ici. Les Corps, qui deviennent chauds lorsqu'on les frotte, ne reçoivent-ils cette chaleur que du feu qu'ils renfermoient déja auparavant ? Ou bien leur vient-il encore du dehors un autre feu, qu'ils attirent à eux à l'aide du frottement ? Il semble que ces deux choses ont lieu. En effet, quant à ce qui regarde la premiere de ces questions, il est certain, que ces Corps contenoient déja du feu auparavant, que ce feu peut aussi être mu avec plus de rapidité à l'aide du mouvement des parties du Corps, & que par consequent il peut produire de plus grands effets, comme auroit pu faire une quantité de feu plus considérable. Quant à la seconde question, il semble aussi qu'on ne peut pas douter, que ces Corps ne reçoivent une plus grande quantité de feu, puisque nous remarquons que le feu peut passer d'un Corps dans un autre. Autre raison. Plus un Corps est poreux, plus il demeure long-temps chaud ; & il perd son feu, & se refroidit d'autant plutôt, qu'il est moins poreux ; de sorte que le feu peut se mouvoir vers le Corps frotté, qui qui peut aussi l'attirer par le trémoussement de ses parties.

§. 973. Si l'on enduit de quelque liqueur les Corps qui se frottent, soit en versant de l'eau dessus, ou en les frottant d'huile, de suif, ou de quelque autre graisse, ces Corps ne deviendront alors presque pas chauds, du moins leur chaleur ne sera pas à comparer avec la précédente : c'est pour cela qu'on enduit de graisse tous les essieux des roues, des moulins, & des

chariots. Ces fluides rempliſſent en effet les cavités des ſurfaces, & rendent unis les endroits raboteux; & comme ils ont eux-mêmes une figure ronde, ils donnent lieu aux parties des Corps de gliſſer & rouler les unes ſur les autres, en ſorte qu'elles ne peuvent recevoir aucun trémouſſement, ou du moins que très-peu, & qu'elles ne peuvent preſque non plus faciliter le mouvement de leur feu, ni en recevoir d'autre.

§. 974. Si l'on prend des Corps de même matiere, de même volume, & ſemblables, & qu'ils ſoient teints ou qu'on les teigne en blanc, en rouge, en jaune, en verd, en bleu, de couleur pourprée, ou noir; ſi on les expoſe enſuite tous également au Soleil, alors les blancs ſeront ceux qui tarderont le plus à devenir chauds, & qui le ſeront moins que les autres: les rouges deviendront un peu plus chauds, les autres encore davantage, chacun ſuivant le rang que nous venons de donner à ces couleurs; de ſorte que les Corps noirs ſeront ceux qui le devindront le plus, & le plus vîte. Cela peut ſe prouver par les draps qu'on dreſſe & qu'on étend ſur la rame; car les noirs ſechent beaucoup plus vîte que les blancs, & deviennent en même-temps beaucoup plus chauds. Les murailles noires des jardins deviennent beaucoup plus chaudes que les blanches. La terre noire que l'on tire de nos marais eſt beaucoup plus chaude que le ſable blanc des Dunes, & c'eſt auſſi pour cela que tout y croît beaucoup plus vîte. Le mercure que l'on verſe dans le Termométre, paroit de couleur brune: Or ayant expoſé au Soleil le 9 de Juillet de l'année 1733. un ſemblable Termométre, il reçut une chaleur de 150 degrés, tandis qu'un petit verre plein d'eau, (qui eſt de couleur blanche) ayant auſſi été expoſé au Soleil, ne reçut qu'une chaleur de 120 degrés; & l'air, qui eſt encore beaucoup plus blanc que l'eau, ne reçut dans un lieu ſombre & ombragé qu'une chaleur de 94 degrés. Il eſt pourtant bon d'avertir, qu'on ne doit pas attribuer l'excès de chaleur du mercure à ſa ſeule couleur, mais auſſi à la denſité de ſes parties, qui conſervent long-temps le mouvement que le feu leur communique, & qui peuvent d'ailleurs contenir une grande quantité de feu.

Les Corps noirs, que l'on expoſe au foyer des miroirs ou verres ardens, prennent feu & s'allument beaucoup plutôt que les Corps blancs. Lorſqu'on bat une pierre à feu avec un fuſil d'acier, les étincelles qui tombent ſur de la méche, ou toile bien brûlée & bien noire, la mettent d'abord en feu; mais elles ne peuvent produire le même effet ſur de la toile blanche. Un charbon noir, ſoit de tourbe ou de bois prend d'abord feu, au-lieu qu'on ne peut allumer le bois qu'à l'aide de beaucoup de feu.

Les Corps noirs deviennent bientôt chauds, parce que la noirceur eſt compoſée de parties fort ſubtiles, qui peuvent ſe mouvoir fort facilement. De plus le feu, qui pénetre ces parties, ſe détourne & s'écarte preſque par tout de ſon chemin, & y eſt même ſouvent comme rompu, d'où il arrive qu'il s'embarraſſe entre ces parties, qu'il s'y arrête, qu'il n'en ſort qu'avec peine ou qu'il ne ſe réfléchit preſque pas. Le bleu obſcur tire ſur le noir, & il abſorbe & retient auſſi beaucoup de feu; mais il refléchit un

un peu plus de lumiere que le noir. Comme les Corps refléchissent d'autant plus de lumiere & de feu, que leur couleur est plus éclatante, il faut que ceux qui brillent le plus, deviennent aussi moins chauds que les autres; par consequent les Corps blancs auront le moins de chaleur, car il n'y a rien de plus éclatant que le blanc: c'est pour cela qu'on devient bientôt aveugle lorsqu'on marche à travers la neige; & quand la terre s'en trouve couverte, on peut voir pendant la nuit bien des chóses dans les lieux, où il regneroit sans cela une affreuse obscurité. Le rouge est aussi fort éclatant, mais pourtant un peu moins que le blanc; aussi le rouge devient-il seulement un peu plus chaud que le blanc: l'orangé brille moins, aussi devient-il plus chaud: le jaune est moins vif: le verd & le bleu le sont encore moins, & c'est pour cela que les Corps ausquels on donne ces couleurs, deviennent plus chauds que les autres.

§. 975. J'ai dit que les Corps noirs, sur lesquels la lumiere tombe, n'en refléchissent presque rien, mais qu'ils l'absorbent presque toute, d'où il arrive qu'ils deviennent si chauds en si peu de temps. On peut prouver cela à l'aide d'un miroir concave, que l'on enduit de noir, en le tenant au-dessus d'une flamme dont on lui fait recevoir la fumée noire; car, si on l'expose ensuite au Soleil, il ne refléchira pas la lumiere vers le foyer, & le Termométre qu'on approchera de ce foyer, n'y deviendra pas non plus chaud, au-lieu que le miroir s'échauffera fort vîte.

Monsieur Boyle ayant fait de marbre noir un grand miroir ardent, il ne put jamais faire brûler au foyer un morceau de bois, quoiqu'il exposât long-temps le miroir aux rayons du Soleil. Les Corps blancs, au contraire, refléchissent presque toute la lumiere qui tombe sur eux, & c'est pour cela que les meilleurs miroirs ardens sont ceux que l'on fait d'un métal blanc. La terre blanche ne devient presque pas chaude, quoiqu'elle soit long-temps exposée au Soleil; mais elle rend l'air beaucoup plus chaud par la refléxion de la lumiere qu'elle y renvoye, & c'est pour cette raison qu'on a si-tôt le visage brûlé, lorsqu'on se promene sur nos Dunes. L'Isle d'Ormus est toute pleine de Montagnes de sel, qui étant blanches refléchissent les rayons du Soleil avec tant de violence, que l'air y devient presque brûlant, & que les hommes & les animaux n'en pouvant supporter l'ardeur en Eté, sont alors obligés de se retirer ailleurs.

§. 976. Si les rayons du Soleil tombent sur un miroir ardent concave & sphérique, ils se refléchissent, & forment un cone, dont la base est la surface du miroir, & dont le sommet est plus ou moins éloigné de la surface, selon la grandeur de la Sphére, dont le miroir est une portion. Ce sommet du cone est le foyer, qui contient presque tous les rayons & tout le feu qui tombe sur le miroir. On peut voir sans peine ce sommet, lorsqu'on se place à côté du miroir: il disparoit dans un clin-d'œil, aussi-tôt qu'on couvre le miroir d'un linge, ou qu'on retourne le miroir, ou que le Soleil se trouve couvert d'un nuage.

Ce foyer n'est autre chose que du feu, & parce que ce feu disparoit si vîte, sans qu'il en reste la moindre trace, nous concluons que le feu n'est

pas la feule chofe, dont le Soleil & les Etoiles fixes font compofées ; car elles difparoitroient auffi dans un clin-d'œil, comme fait ce petit Soleil, ou le foyer du miroir. Il faut donc, que le Soleil & les Etoiles fixes foient de grands Corps, fort folides & fort denfes, qui retiennent & repriment le feu repandu autour d'eux, comme font fur notre Globe les pierres & les métaux, qui étant une fois chauds, confervent fort long-temps leur chaleur. On peut prouver cela d'une maniere évidente par des raifons encore plus convaincantes, tirées des taches qui paroiffent au Soleil, & qu'on n'y remarqueroit certainement pas, fi cet aftre n'étoit compofé que d'un feu pur & fimple. Les changemens qui arrivent en certains temps dans la fplendeur des Etoiles ne contribuent pas peu à confirmer ce fentiment.

§. 977. Lorfque les miroirs ardens font froids, ils refléchiffent beaucoup plus de rayons du Soleil, que quand ils font chauds, comme on le remarque par les effets que produit le foyer : Qu'on tranfporte le miroir de l'endroit froid où il fe trouve, dans un autre endroit où il foit expofé au Soleil, qu'on éprouve enfuite les Corps à fon foyer, & on verra que fes effets feront alors beaucoup plus grands, que ceux qu'il produira une demi-heure après, lorfque le miroir aura été échauffé par les rayons du Soleil. C'eft pour cela qu'on remarque, que les miroirs ardens brûlent avec plus de violence en Hiver qu'en Eté. Monfieur Homberg ne fut pas furpris lorfqu'il fit cette découverte dans l'Eté chaud de l'année 1705, temps auquel le foyer du miroir n'avoit prefque aucune force, Cela vient de ce que les pores du métal ont plus de diamétre, lorfqu'il eft chaud, que lorfqu'il eft froid ; par confequent la lumiere pénetre en plus grande quantité dans ces pores élargis, elle paffe à travers, & elle eft moins refléchie par le métal. Joignez à cela, que les parties du métal raréfié & devenu chaud font moins élaftiques, & qu'elles font par confequent moins en état de refléchir les rayons de la lumiere, que lorfque le métal eft froid. De plus, quand il fait ford chaud en Eté, l'Atmofphére fe trouve rempli d'une très-grande quantité d'exhalaifons, qui s'élevent de la terre, & qui empêchent les rayons de la lumiere de paffer librement.

§. 978. Les effets des miroirs ardens font tout-à-fait furprenans & prefque incroyables, fur tout ceux que produifent les grands miroirs, qui peuvent raffembler & réunir beaucoup de rayons dans leur foyer. Je vais expofer en peu de mots quelques-uns des effets des plus grands miroirs que l'on a à préfent. Tous les métaux & les demi-métaux fe fondent d'abord au foyer, ils fe convertiffent enfuite en chaux, & enfin ils fe vitrifient. Tous les cailloux fe changent d'abord en verre. Tout ce qui eft combuftible s'enflamme fur le champ. Je joindrai ici quelques remarques particulieres tirées des expériences, qui ont été faites avec le grand miroir ardent de Vilette. La terre glaife, le fable, le marbre, le jafpe, le porfire, les pierres dont on fe fert pour les fours de fer, les creufets, les os des animaux, la pierre-ponce, les briques, l'hématite, la craye de briançon, le plâtre, le crayon bleu ; tous ces Corps, expofés au foyer, fe fondent & fe vitrifient. Mais ce qu'il y a encore de plus furprenant

dans

dans tout cela, c'eſt la vîteſſe avec laquelle ces effets ſont produits. Voyons un peu ce que dit à ce ſujet l'infatigable Philoſophe Monſieur Deſaguliers, qui a obſervé ces Phénoménes avec beaucoup d'attention. Un morceau d'un pot Romain de couleur rouge commença à fondre dans l'eſpace de trois ſecondes, & lorſqu'il fut fondu il ſe réduiſit en goutes dans le temps de cent ſecondes. Un morceau d'une colomne Alexandrine de Pompée ſe vitrifia en cinquante ſecondes. Une Marcaſſite tirée d'une Mine de cuivre, dans laquelle il ne paroiſſoit pas qu'il y eût du métal, ſe vitrifia en huit ſecondes. Une pierre tirée de la veſſie d'un homme ſe trouva calcinée en deux ſecondes, & dans l'eſpace d'une minute elle fut convertie en verre, tombant goute à goute. L'Aſbeſte, ſorte de pierre qui réſiſte à l'action du feu terreſtre, fut changée en un verre rouſſâtre au foyer de Monſieur Tſchirnhaus.

§. 979. C'eſt le foyer qui produit tous ces effets ſurprenans; mais lorſqu'on choiſit un endroit dans le cone, que forme la réfléxion des rayons, & où le feu eſt quatre fois moins denſe, la main n'y ſent alors qu'une chaleur ſupportable, ce qui eſt encore un autre phénomene tout-à-fait étonnant. Mais quelle en pourroit être la cauſe? Peut-être que le concours de deux feux contribue à l'action mutuelle par l'augmentation de la viteſſe, de ſorte que cette action eſt augmentée en une très-haute proportion, & non en raiſon de la quantité des parties du feu. Il nous ſemble que cela eſt ainſi, quoique nous ne puiſſions encore bien le concevoir, ou le prouver par aucune analogie. Mais ſuppoſé que cela ſoit ainſi, nous pourrions comprendre, pourquoi nous trouvons qu'il fait beaucoup plus chaud en Eté dans les vallées, que ſur le ſommet des montagnes, comme Monſieur Neddleton l'a très-bien remarqué en Angleterre, & Galeatius ſur le ſommet de la montagne Cimon, qui eſt une des hautes montagnes des Alpes. En effet, les rayons du Soleil que les côtés des montagnes reflêchiſſent vers les vallées, doivent rencontrer les rayons, que ce même Aſtre darde auſſi perpendiculairement dans ces vallées, d'où il arrive que venant ſe choquer les uns contre les autres ils ſe meuvent avec beaucoup plus de rapidité, & produiſent un effet bien plus grand, qu'ils ne devoient faire, ſi l'on n'avoit égard qu'à leur quantité.

§. 980. On peut auſſi raſſembler les rayons du Soleil dans un foyer à l'aide d'un verre ardent. Meſſieurs Tſchirnhaus & Hartzoeker ont fait des verres ardens d'une grandeur extraordinaire, & même ſi grands qu'ils avoient quatre pieds de diamétre. Voici les effets que produit le foyer de ces verres. Tout ce qui eſt combuſtible s'y allume & s'enflamme; tous les métaux s'y fondent, mais ils ne ſe vitrifient pas: de ſorte que l'effet des rayons du Soleil eſt beaucoup moindre dans ce foyer que dans le foyer des miroirs.

Le foyer des verres ardens eſt fort grand, de ſorte que les rayons de la lumiere y ſont fort rares, & y agiſſent avec bien moins de force que dans le foyer des miroirs ardens, où les rayons ſont plus denſes & où ils ſe réüniſſent beaucoup mieux: c'eſt pour cela qu'on a tâché de rendre ce

grand foyer beaucoup plus petit, en faisant d'abord passer les rayons du Soleil par le grand verre, & ensuite par un autre verre plus petit, mais fort convexe. Ce foyer étant ainsi amoindri, les rayons y sont beaucoup plus denses & plus réunis, d'où il arrive qu'il agit alors avec bien plus de force qu'auparavant; car toutes les matieres combustibles s'y enflamment, quelque humides qu'elles puissent être, & même quoiqu'elles se trouvent au milieu de l'eau. Lorsqu'on plonge un morceau de bois dans l'eau, & que le foyer darde dessus sa chaleur, il agit sur le cœur du bois qu'il consume, sans endommager son écorce qui reste en son entier, parce que l'eau dont elle se trouve environnée empêche continuellement l'action du feu. Tous les métaux se fondent & se vitrifient, lorsqu'on les expose dans un morceau de charbon de bois, ou dans une tasse de porcelaine. Toutes les pierres se dissolvent & se vitrifient. Les pierres précieuses perdent leur couleur, & se réduisent en poudre. Les sels produisent des esprits, que l'on n'a pu encore tirer jusqu'à présent des sels simples par le moyen d'aucun feu terrestre. Toutes ces expériences ont été faites par Messieurs Tschisnhaus, Homberg, Geoffroy (*a*), & surtout par Monsieur Hartzoeker, avec qui j'ai eu occasion d'en faire moi-même quelques-unes dans cette Ville.

§.981. La lumiere de la Lune ou des autres Planetes, qui tombe sur le plus grand miroir ardent, & que l'on réduit à un foyer, ou qui passe par le plus grand verre ardent, & dont on forme aussi un foyer; cette lumiere, dis-je, agit si foiblement, qu'elle ne cause pas le moindre changement à la liqueur du Termométre la plus mobile: on ne remarque pas nonplus, qu'elle raréfie cette liqueur, ni qu'elle la condense; il n'y a donc dans ce foyer ni chaleur, ni froid, qui puissent se rendre sensibles, lors même qu'on se sert des meilleurs instrumens. Messieurs Hooke, de la Hire, Villette, & Tschirnhaus ont fait cette remarque, laquelle détruit entierement le sentiment des Philosophes Paracelse & Helmont, qui ont voulu nous faire accroire, que la lumiere de la Lune est froide & humide.

Le defaut de chaleur de la lumiere de la Lune dans le foyer doit être attribué au peu de densité de cette lumiere; car la lumiere de la Lune n'est autre chose que la lumiere du Soleil, laquelle tombe sur la Lune, & qui rejaillit sur notre Globe. Suivant les expériences de Monsieur Bouguer, la densité de la lumiere de la Lune, lorsqu'elle est pleine, est à la densité de la lumiere du Soleil sur notre Globe, comme 1 à 3000000. Mais le plus grand miroir ardent, dont Monsieur de la Hire s'est servi à Paris, ne rend les rayons du Soleil dans le foyer que 306 fois plus denses qu'auparavant; par conséquent la lumiere de la Lune que l'on rassemble en un foyer à l'aide de ce miroir, s'y trouve encore mille fois moins dense, que la lumiere du Soleil sur notre Globe. Si donc les rayons du Soleil étoient mille fois moins denses que de coutume, quelle chaleur pourroient-ils alors procurer à nos Corps? Aucune: & par consequent le foyer

(*a*) *Philos. transact.* N°. 322.

foyer de la lumiere de la Lune ne pourra agir sur le Termométre.

Si donc le Termométre le plus mobile ne souffre aucun changement, lorsque cette condensation de la lumiere devient 306 fois plus grande, sera-t-on fondé à suivre ici le sentiment des Astrologues, qui attribuent à l'influence de la lumiere de la Lune & aux Planetes, plusieurs effets que nous voyons arriver sur notre Globe. Point du tout. Nous croyons que tout ce que ces Sçavans ont avancé, doit être regardé comme autant de sornettes & de pures fictions. Il ne faut pas confondre les Astrologues avec les Astronomes, qui ne s'occupent qu'à observer le cours des Planetes, & à observer & compter les phénoménes célestes.

§. 982. On rassemble aussi du feu dans les Corps, qui commencent à se pourrir ou à fermenter en plein air, comme cela paroît dans les cadavres des animaux, lesquels s'échauffent lorsqu'ils viennent à se corrompre. Le foin humide, que l'on entasse, s'échauffe aussi, & s'enflamme même ensuite. On remarque la même chose à l'égard du vin, & autres liqueurs qui fermentent, ou dans la pâte qui leve & se renfle. Il n'y a encore aucun Philosophe qui ait pu jusqu'à présent exposer cette matiere d'une maniere conforme à la vérité.

§. 983. On rassemble encore du feu, lorsqu'on mêle des fluides ensemble, ou qu'on incorpore des fluides avec des Corps solides d'une certaine nature, & qu'on excite ensuite en eux une effervescence; car quelques-uns commencent dès-lors non seulement à s'échauffer & à bouillir, mais même à s'enflammer, comme fait l'esprit de nitre, préparé de la maniere que le prescrit Monsieur Geoffroy: cet esprit tout nouvellement fait, & mêlé avec toute sorte d'huiles de plantes, qui viennent d'être distillées, ne manque pas de s'enflammer avec elles. J'ai éprouvé un très-grand nombre d'effervescences semblables, dont j'ai donné la description dans les Additions aux expériences de Florence.

§. 984. On appelle *Nourriture du Feu* toute sorte de Corps, qui peuvent conserver long-temps ou augmenter le feu qu'ils ont reçu, tandis que leurs parties diminuent par l'action du feu, & qu'elles se dispersent dans l'air d'une maniere imperceptible, en sorte qu'elles disparoissent entierement, à cause de la subtilité à laquelle elles ont été réduites.

Ces Corps, qui peuvent servir de nourriture au feu, sont toutes les huiles que l'on tire de la terre, comme la pétrole, l'huile de terre, la naphte, le carabé, l'ambre, le soufre, les charbons de terre; de même que toutes les huiles tirées par expression des végétaux, de toutes leurs parties, comme de leurs racines, de leurs feuilles, de leurs semences; ou celles qu'on en extrait par le feu, ou qu'on convertit en esprits par la fermentation: il faut mettre aussi de ce nombre toutes les résines, soit naturelles, ou celles que l'art a produites, & tous les charbons: enfin toutes les huiles qui viennent des animaux, soit qu'on les tire de la graisse ou du suif, & qu'elles soient formées des Corps solides, soit celles que l'on tire des fluides, comme le Phosphore.

Tandis que ces Corps servent de nourriture au feu, leurs parties se trouvent

trouvent dans un mouvement fort rapide, causé par le feu même, & elles se frottent alors naturellement. Ce frottement augmente leur mouvement, puisqu'elles sont élastiques, & l'augmentation de ce mouvement produit continuellement une plus grande quantité de feu, lequel accompagne d'autant plus ces parties, qu'elles ont plus d'élasticité. On voit par-là, pourquoi l'eau ne peut servir de nourriture au feu ; car elle n'a aucune force élastique, tandis qu'elle n'est pas changée en exhalaisons : les sels, ni la terre pure ne peuvent non-plus servir de nourriture au feu, parce qu'ils sont aussi privés de cette vertu élastique ; mais il n'y a que les huiles qui soient propres à le nourrir. Les parties oléagineuses, que le frottement rend fort subtiles, & qu'il sépare du reste de la masse, s'échappent & se dissipent insensiblement, ce qui consume par consequent la nourriture du feu.

§. 985. Mais le feu venant à séparer du reste de la masse les autres parties les plus grossieres de cette nourriture, telles que sont les parties aqueuses, salines, oléagineuses, & terrestres, elles s'échappent, emportant avec elles un peu de feu, & forment une autre sorte de fluide, visible, & qui a une vertu élastique ; on donne à cette matiere fluide le nom de *Fumée*. Lorsque cette fumée se trouve attachée aux parois des cheminées, elle porte le nom de *Suye*, laquelle étant remise au feu, peut lui servir encore de nourriture, tandis qu'elle devient elle-même plus volatile qu'auparavant, & qu'elle s'échappe de nouveau.

§. 986. Mais lorsque ces mêmes parties deviennent volatiles en plus grande quantité, & qu'elles se trouvent accompagnées de beaucoup de feu, elles forment ce que nous appellons *Flamme*, en abandonnant les Corps ausquels elles étoient auparavant adhérentes. Par consequent, la fumée n'est pas fort différente de la flamme, & elle peut facilement se convertir en flamme, dès-qu'il s'y joint seulement un peu plus de feu : aussi remarque-t-on, que quand un feu fume bien fort, on peut d'abord lui faire prendre flamme avec une allumette qui est en feu.

§. 987. Lorsqu'on met du bois sur le feu, & qu'en veut l'allumer, on voit qu'il commence d'abord à jetter une fumée mince & legére, mais qui est acide, & qui picote les yeux, n'étant formée que d'eau & d'un esprit acide : bientôt après il commence à fumer plus fort, lorsqu'il devient plus chaud, & alors il découle des deux bouts du bois une eau fort acide, la fumée devient plus épaisse, plus brune, plus acide, & elle est composée du reste de l'eau, de l'esprit acide, & d'un peu d'huile : le bois, devenant encore plus chaud, se noircit, & alors il en sort une fumée epaisse, noire, formée de parties oleagineuses, qui sont épaisses, noires, & qui deviennent volatiles, mais ne se trouvent pas encore assez chaudes pour s'enflammer ; enfin peu de temps après le feu s'augmentant, la fumée épaisse s'enflamme, ce qui la diminue si fort tout-à-coup, qu'on diroit qu'elle cesse entierement : d'où il paroît, que ce qui prend flamme, est proprement l'huile noire & épaisse, & que c'est elle par consequent qui sert de nourriture au feu. Voilà pourquoi les noirs charbons de bois brûlent d'abord, leur

leur huile noire se trouvant posée par-dessus les parties salines & terrestres, & toute prête à servir d'abord de nourriture au feu. Ce sont ces parties qui prennent d'abord feu dans la poudre à canon, & qui allument ensuite le soufre & le salpêtre : C'est l'huile, qui allume la méche noire qui est faite de linge brûlé, tout aussi-tôt qu'elle vient à recevoir les étincelles, que l'on fait sortir de la pierre à feu avec le fusil.

§. 988. Chaque flamme est entourée de son atmosphére, dont les parties sont sur-tout aqueuse, & repoussées du milieu de la flamme en-haut par l'action du feu. Cet atmosphére s'étend d'autant plus autour de la flamme, que la nourriture du feu est plus aqueuse. Si l'on veut réünir les flammes de deux chandelles allumées, on remarque sans peine leurs deux atmosphéres, qui s'opposent à cette réünion ; car leurs parties se meuvent d'un mouvement opposé, sçavoir du milieu de la flamme en dehors. On peut voir aussi cet atmosphére, en tenant derriere la flamme un miroir ardent concave, & en faisant en sorte, que l'on puisse appercevoir l'image de la flamme sur une muraille blanche, comme l'a fort bien fait voir Monsieur Hooke,

§. 989. La flamme a aussi la forme d'un cone : sa base, qui est la partie la plus large, repose sur ce qui lui sert de nourriture, & son sommet s'éleve en-haut, d'où la fumée s'échappe, si il y en a. A l'endroit où la flamme repose sur sa nourriture, elle est composée d'un plus grand nombre de parties qu'ailleurs, & elle en écarte de chaque point de sa circonférenceune très-grande quantité, qu'elle ne cesse de repousser en dehors : c'est pourquoi, plus la flamme s'éleve, moins il lui reste de parties qui l'accompagnent.

De-là vient que si on fait passer la flamme par un anneau, & qu'on empêche par consequent, qu'il ne s'échappe aucune des parties latérales, il faudra qu'il s'en éleve en-haut une bien plus grande quantité, & que la flamme en devienne par consequent beaucoup plus longue, comme l'expérience le confirme.

§. 990. La flamme d'une chandelle a beaucoup plus de diamétre que le coton qu'elle environne tout-à-l'entour, parce que le feu pousse en dehors les parties du suif, lesquelles sont composées d'huile, d'eau, d'air, de sel, & de terre. Tout cela se réünissant avec le feu, forme la flamme, laquelle se trouvant composée de tant de parties qui environnent le coton, doit avoir un plus grand diamétre que le coton. La vapeur est ce qui se jette le plus en dehors à l'aide du feu, c'est pourquoi la flamme doit avoir d'autant plus de diamétre, que la nourriture du feu est plus aqueuse ; & c'est pour cela que la flamme de l'esprit de vin, où il se trouve beaucoup de particules aqueuses, a aussi beaucoup plus de diamétre que celles de la cire, de l'huile, & du suif.

Lorsqu'une chandelle ou une lampe commencent à brûler, la flamme est alors plus petite, qu'après qu'elles ont brûlé quelque-temps, parce qu'il n'y a d'abord qu'une très-petite quantité de suif ou d'huile qui soit chaude, & que la flamme n'a par consequent que très-peu de parties qui

puiſſent lui ſervir de nourriture ; mais la flamme devient plus grande ; auſſi-tôt que les parties du ſuif s'échauffent en plus grande quantité, & qu'elles montent dans le coton après avoir été fonduës.

Les parties de l'huile ou du ſuif ſe ſubtiliſent dans la flamme, & en ſont repouſſées vers tous les côtés ; mais il en ſurvient bien-tôt de nouvelles, qui ſe rendent du coton dans la flamme, & occupent la place des précédentes, de ſorte qu'il y a ici comme une ſource intariſſable, les parties du ſuif étant continuellement pouſſées dans la flamme, & de la flamme en dehors.

Le coton un peu tordu eſt comme formé de tuyaux capillaires fort menus, dans leſquels l'huile & le ſuif ſont conduits en-haut, en partie par la vertu attractive de ces tuyaux, & en partie parce qu'ils ſont vuides d'air, puiſque le feu a chaſſé l'air de la flamme ; c'eſt pourquoi l'huile & le ſuif ſont preſſés en-haut dans le coton par la peſanteur de l'atmoſphére ; & dès-qu'ils ſont ſeulement un peu chauds, leur chaleur augmente bien-tôt après ſi conſidérablement, qu'ils ſe convertiſſent en étincelles qui ſont enſuite pouſſées dans la flamme. Mais ſi le ſuif ne s'échauffe pas aſſez, pour qu'il puiſſe être réduit en étincelles, la flamme s'éteint, ce qui ſe remarque journellement, lorſqu'on renverſe une chandelle ; car il tombe alors dans le coton beaucoup de ſuif fondu, qui s'y précipite d'abord par ſa peſanteur, & comme il ſe trouve en trop grande quantité pour pouvoir être ſuffiſamment échauffé par la flamme, il reſte trop froid, il ne ſe change pas en étincelles, & il n'en vient par conſequent aucune flamme, de ſorte que celle qui paroiſſoit déja ne manque pas de s'éteindre.

L'huile & les parties du ſuif ne s'élevent pas dans le coton d'une maniere uniforme ; mais il y en monte tantôt plus, tantôt moins ; d'où il arrive que la flamme reçoit quelquefois beaucoup d'étincelles, & d'autrefois peu, leſquelles produiſent une flamme qui eſt plus ou moins grande, ſelon la quantité des étincelles qui y abordent : c'eſt pour cela que la flamme d'une chandelle voltige ſans ceſſe & eſt toujours en action, montant tantôt plus haut, & s'arrêtant une autre fois plus bas, enfin elle paroît toujours toute pleine de vie & ne reſte jamais en la même aſſiete. La flamme échauffe d'abord extrêmement l'huile & le ſuif qui montent dans la méche, & ſi cette méche ſe trouve déja fort allongée & élevée dans la flamme, les parties huileuſes ſont converties en étincelles, avant que d'arriver au haut de la méche : c'eſt pour cette raiſon que la partie ſupérieure de la méche, venant à manquer d'huile & de ſuif, ne jette qu'une flamme ſombre & obſcure, les parties ſolides paroiſſent ſous la forme de cendres ardentes, elles blanchiſſent, la flamme les conſume inſenſiblement & les rend ſi déliées qu'elles tombent ou qu'elles s'envolent. La flamme paroît de couleur bleue & un peu ronde vers ſa baſe, au-bas de la méche, où elle paroît plus mince en-bas, & s'éleve enſuite en s'élargiſſant, parce que les parties huileuſes inférieures étant encore moins chaudes que les autres, ſe raréfient moins, & ſont auſſi chaſſées plus foiblement ;

ment : la grandeur du voulume des parties du suif, est cause qu'il ne passe à travers que des rayons lumineux de couleur bleue.

§. 991. La plus grande chaleur de la flamme ne se trouve pas à sa base, ni à son sommet, ni au milieu ; mais lorsqu'on considére attentivement la flamme d'une chandelle ou d'une lampe, on s'apperçoit que la partie la plus basse est la plus sombre, que la partie suivante est plus claire & forme en-haut comme une voute, qui est l'endroit le plus chaud de la flamme : au-dessus de cette voute paroît le sommet, qui est plus sombre, & le moins chaud de toute la flamme.

§. 992. La flamme échauffe d'autant plus les Corps, ausquels on l'applique, qu'elle est plus pure, & qu'elle vient d'une nourriture qui est par-tout homogéne, & qui ne jette aucune fumée visqueuse. C'est pour celà que la flamme de l'alkool échauffe les Corps qu'elle environne, beaucoup plus qu'aucune autre flamme que ce soit. En effet, la fumée des autres flammes d'huile, de suif, de graisse, de poix, de résine, s'attache aux Corps qui sont exposés à la flamme, & les empêche par conséquent de devenir aussi chauds qu'ils devroient l'être, puisque le feu ne peut alors les toucher librement ; c'est ce que j'ai découvert à l'aide de plusieurs expériences, que j'ai faites avec mon Pirométre. Ne voyons-nous pas tous les jours comment les femmes entretiennent bouillante l'eau chaude, dont elles remplissent de grands chauderons, qui sont pour l'usage du thé, quoiqu'elles n'emploient qu'une petite flamme d'esprit de brandevin, au-lieu qu'elles auroient besoin pour cet effet de beaucoup de charbon allumé ? Les potiers d'étaim se servent aussi d'un semblable esprit de brandevin pour souder leurs plats & autre vaisselle d'étaim, ce qu'ils font avec une vîtesse & une facilité tout-à-fait surprenantes.

§. 993. Si une flamme se trouve entourée d'une autre flamme, comme la flamme de l'alkool peut brûler dans celle de l'huile, alors ce sont deux fluides, dont l'un flotte au-milieu de l'autre ; c'est pourquoi, de même qu'il arrive dans les fluides, que celui qui nage au-milieu d'un autre prend la figure d'une boule, la flamme qui se trouve entourée d'une autre flamme deviendra aussi sphérique.

§. 994. Le feu qui est allumé dans un Corps terrestre, soit sous la forme d'un charbon, ou sous celle d'une flamme, a besoin de nourriture, pour pouvoir se conserver. Mais, outre cette nourriture du feu, il est encore besoin pour son entretien, que l'air de notre atmosphére y ait un accès libre, qu'il comprime la nourriture par sa pesanteur, mais cependant de telle maniere, que cette pression ne soit ni trop forte, ni trop foible. Il faut encore, que la fumée, & les autres parties inutiles de la nourriture soient détournées du feu, car sans toutes ces conditions la nourriture du feu ne pourra jamais servir à son entretien.

En effet, si on prend un charbon de quelque bois que ce soit, ou un charbon de tourbes de Hollande, une méche allumée, une chandelle odoriferente, ou une chandelle de cire, une chandelle de suif, ou une lampe allumée avec de l'huile de lin, de l'huile de navet, de l'huile de téré-

térébentine, ou quelques autres huiles diſtilées, ou avec du brandevin: ſi, dis-je, on prend quelques-uns de ces Corps allumés, & qu'on les mette ſous un pot ou ſous un verre, en ſorte qu'on empêche l'air d'y entrer librement, ils ne manqueront pas de s'éteindre en peu de temps; ils s'éteindront même d'autant plutôt, que le verre ſera plus petit, ou que ce verre empêchera plus éxactement l'entrée de l'air, & la ſortie de la fumée: ou enfin que le Corps allumé fumera davantage: Au contraire, le Corps reſte d'autant plus long-temps allumé, qu'il jette moins de fumée, comme cela ſe remarque dans une méche, & dans les charbons de nos tourbes de Hollande.

Si on met ces Corps allumés ſous un grand verre, dont on ait tiré l'air avec la pompe pneumatique, ils s'éteindront alors beaucoup plutôt, que ſi on y eût laiſſé l'air.

Le feu s'éteint d'autant plutôt, qu'on pompe l'air du verre avec plus de promptitude.

§. 995. Si on renferme ces mêmes Corps allumés dans un grand verre, dans lequel on introduiſe continuellement un nouvel air, & qu'on condenſe par conſequent toute la maſſe de l'air, ils reſteront alors un peu plus long-temps allumés, que ſi on ſe fût contenté de les tenir dans le même air, mais ils ne laiſſeront pourtant pas de s'éteindre. On peut trouver un plus grand nombre de ſemblables expériences dans les ouvrages de Monſieur Boyle.

Tout cela nous fait voir, que lorſqu'un Corps doit ſervir de nourriture au feu, il ne faut pas que l'air le comprime trop, ni trop peu; qu'il eſt auſſi beſoin, que la fumée puiſſe ſe diſſiper, puiſqu'elle eſt accompagnée de parties, qui ne peuvent ſervir de nourriture au feu, telles que ſont ſur-tout les vapeurs, les ſels & la terre.

§. 996. On pourra voir par les expériences ſuivantes, combien il eſt néceſſaire que l'air ait un accès libre vers la flamme, afin qu'elle continue de bruler. Ayant pris une cloche de verre de la grandeur de 95 pouces cilindriques, & qui étoit ouverte en-haut & en-bas, je la poſai ſur une table de bois de chêne: l'ouverture ſupérieure du verre avoit un diamétre de deux pouces, je mis deſſus une plaque de plomb, dans laquelle je pouvois faire une ouverture de diverſes grandeurs à l'aide d'une eſpece de fermoir: lorſque j'eus découvert la partie ſupérieure du verre, en otant le couvercle, & que j'eus mis dedans une chandelle de ſuif, allumée, dont le diamétre étoit de $\frac{1}{2}$ pouce, elle continua de bruler, & même tout auſſi bien, que ſi elle eût été en plein air; lorſque j'eus mis le couvercle ſur le verre, en y laiſſant une overture de $\frac{3}{5}$ d'un pouce quarré, la chandelle ne laiſſa pas de continuer à bruler, mais la flamme devint ſombre: Quand j'eus réduit l'ouverture à $\frac{5}{10}$ d'un pouce quarré, la flamme s'éteignit en une minute; ayant fait une ouverture de $\frac{7}{20}$ d'un pouce quarré, la flamme ne dura que quelques ſecondes plus long-temps qu'auparavant: Lorſque l'ouverture ſe trouva de $\frac{2}{5}$ d'un pouce quarré, la flamme devint plus petite, brulant en même temps fort ſombre, & le ſuif pouvoit à peine ſe

fondre

fondre ou monter dans la méche. La flamme d'une mince chandelle de cire, qui ne fumoit que fort peu, continua à bruler, lorſqu'on eut fait au couvercle une ouverture de $\frac{1}{2}$ d'un pouce quarré : mais cette flamme diminua, auſſi-tôt qu'on eut fait l'ouverture plus petite ; elle s'éteignit même bien vîte, lorſque l'ouverture ſe trouva de $\frac{7}{10}$ d'un pouce quarré.

Ayant allumé une méche fort mince dans une petite lampe, qui contenoit de l'Alkool, ſa flamme ne dura que deux minutes, ayant fait une ouverture de $\frac{1}{4}$ d'un pouce quarré, & elle s'éteignit enſuite; mais lorſqu'on eut élevé la méche un peu plus haut, afin de rendre la flamme plus grande, elle ne dura alors que 10 ſecondes.

On voit par toutes ces expériences, que l'air a eu accès dans le verre par l'ouverture, mais qu'il n'a pu y entrer aſſez librement, de ſorte qu'il eſt abſolument néceſſaire de donner à l'air un accès fort libre vers la flamme, lorſqu'on veut qu'elle continue de bruler ; cela paroîtra encore plus clairement par les expériences ſuivantes.

Si l'on met une chandelle de ſuif, de huit à la livre, dans un tuyau de fer fermé par en-bas, mais ouvert par en-haut, qui ait ſix pieds de long, & dont le diamétre ſoit d'un pouce, cette chandelle ne brulera que fort peu de temps.

Si l'on prend le canon d'un fuſil ouvert de chaque côté, & qu'on le faſſe paſſer par l'ouverture ſupérieure d'un grand verre preſque juſqu'au fond, qu'on faſſe alors bruler dans le verre une chandelle, & qu'on tire doucement l'air de ce verre avec la pompe pneumatique, afin qu'il entre continuellement un nouvel air par le canon du fuſil dans le verre : mais, pour empêcher cet air d'y entrer trop ſubitement, & de ſouffler la chandelle, qu'on tende trois ou quatre fils de coton ſur l'ouverture ſupérieure du canon ; alors la flamme s'éteindra dans l'eſpace de quelques minutes, comme Monſieur Hales l'a expérimenté.

§. 997. Nous pouvons auſſi comprendre par-là, pourquoi le feu commun ne brule jamais ſi bien lorſqu'il fait chaud, que lorſqu'il fait froid.

La raiſon en eſt, que le grand air eſt plus raréfié, & moins élaſtique, lorſqu'il eſt chaud, ce qui empêche les parties de la nourriture d'agir ſur le feu avec autant de force que l'air froid. Par conſequent, ſi les rayons du Soleil échauffent & raréfient beaucoup l'air qui entoure un charbon, ce même air aura-t-il alors aſſez de force pour pouſſer la nourriture dans le feu? Il ne le fera pas facilement : auſſi voyons-nous, que peu s'en faut que le Soleil n'éteigne un charbon de tourbe, lorſqu'il darde deſſus ſes rayons avec force.

§. 998. Tous les Corps ont-ils donc beſoin d'air pour pouvoir bruler? J'en doute fort, puiſque le Phoſphore, que l'on fait avec de l'urine, & que l'on renferme dans une fiole vuide d'air, étant mis ſur le feu, juſqu'à ce qu'il ait plus de 120 degrés de chaleur, repand non ſeulement une lumiere fort claire, mais il s'enflamme même auſſi. Lorſqu'on verſe dans le vuide le plus fort eſprit de nitre ſur de l'huile de carvi, elle prend feu & s'enflamme, briſant & mettant tout en pieces, comme Monſieur Slare

l'a obfervé. Lorfqu'on met le feu à du minium dans le vuide avec un verre ardent, il s'enflamme, & brife tout ce qu'il rencontre, comme l'affure Monfieur Stairs. Voilà donc des Corps qui s'enflamment fans air. D'où cela vient-il ? Nous l'ignorons jufqu'à préfent, & cela dépend de la ftructure particuliere des parties, qu'on n'a pas encore éxaminées avec affez d'éxactitude.

§. 999. Comme je me fuis déja fort étendu fur la matiere du feu, je me contenterai de propofer ici certaines queftions, qui rouleront fur quelques articles importans.

1°. N'eft-il pas befoin de certaines particules, qui nagent dans l'air, & qu'on ne connoît pas encore bien jufqu'à préfent, pour faire prendre flamme aux Corps qui brulent, & qui produifent eux-mêmes la flamme, en fe joignant au feu & à fa nourriture ? Cela paroit affez vraifemblable, fi l'on fait attention aux expériences, que j'ai rapportées au §. 906, & que l'on a faites dans des Vaiffeaux ouverts, dans lefquels les Corps allumés s'éteignent. On ne peut pas dire, à l'égard de ces expériences, que l'air eft trop raréfié pour pouvoir faire bruler la flamme des chandelles & des lampes, ni que l'air preffe trop ou trop peu fur la nourriture du feu, ni que la fumée ne peut s'échapper; car dans les cas en queftion le verre n'eft pas fermé, & il a une large ouverture : c'eft pourquoi on foupçonne ici, & non fans raifon, que la flamme s'éteint auffi-tôt que ces particules aëriennes, qui étoient néceffaires pour l'entretien de la flamme, fe trouvent entierement confumées & brulées dans le verre.

2°. Pourquoi la force du feu & de la flamme augmente-t-elle par le moyen d'un vent, qui fouffle avec une certaine violence ? Cela arrive en effet, lorfqu'on fouffle la flamme avec un foufflet, comme font les ouvriers qui foudent les métaux à l'aide de la flamme d'une lampe, ou comme font les émailleurs qui foufflent le verre à la flamme de la lampe. La raifon en eft, que la méche fe trouvant dans une fituation perpendiculaire, comme deux petites montagnes, & étant un peu feparée au milieu comme par une crevaffe, le vent eft pouffé dans cette fente à l'aide du foufflet, d'où il arrive que la flamme, qui environnoit de tous côtés les deux petites montagnes, eft portée directement en avant par cette fente, de forte que cette même flamme, qui étoit auparavant trop raréfiée, devient alors plus denfe, & fe trouve réduite en un plus petit volume. On peut en effet rendre fouvent la flamme fi mince, que fon diamétre fe trouve égal à celui de la fente, ce qui eft caufe que les particules ignées font raffemblées dans un endroit en plus grande quantité qu'auparavant, & qu'étant portées les unes contre les autres elles agiffent avec plus de force ; de même que les rayons du Soleil réünis & condenfés dans le foyer du miroir, agiffent avec beaucoup plus d'efficace fur les Corps qu'on y expofe.

3°. Mais d'où vient-il cependant, qu'un vent violent éteint la flamme d'une chandele où d'un flambeau ? Cela vient de ce que ce vent écarte de la nourriture du feu toutes les particules ignées, ou du moins la plus

grande

grande partie, de forte qu'il n'en refte pas affez, pour mettre en mouvement & enflammer la nourriture qui n'a pas été difperfée.

4°. Pourquoi la flamme s'éteint-elle fur le champ, lorfqu'on difperfe l'eau en fort petites goutes, fous la forme de vapeurs, & qu'on la pouffe de tous côtés avec beaucoup de violence fur une chambre ou une Maifon, qui font en feu? En voici la raifon. Lorfqu'on fait crever avec violence dans une tonne pleine d'eau, dont le fond fupérieur eft tout percé de petits trous, une grenade ou quelque autre Corps femblable, avec de la poudre à canon, l'eau fe trouvant difperfée de tous côtés par l'action du feu, & pouffée avec beaucoup de force par les petits trous du fond fupérieur, fe fépare en goutes fort menuës & en vapeurs, & fe change par confequent, fuivant le §. 870, comme en un vent violent, qui éteint la flamme : on prouve que l'eau fe change comme en vent par l'effet qu'il produit dans l'Eolipile.

5°. Pourquoi les maréchaux verfent-ils de l'eau fur les charbons de terre, lorfqu'ils veulent rendre plus chaud le fer qui eft au feu? Une petite quantité d'eau produit feulement cet effet, mais beaucoup d'eau ne manqueroit pas d'éteindre les charbons. Les maréchaux verfent de l'eau fur les charbons, lorfqu'ils font allumés tout-à-l'entour; l'eau jettée fur la partie fupérieure des charbons allumés, & qui en éteint le feu en cet endroit, pouffe ce même feu du côté fupérieur des charbons vers le côté inférieur où le fer chauffe, de forte que les charbons reçoivent alors plus de feu par deffous, qu'ils n'en avoient auparavant, & qu'ils font par confequent rougir le fer beaucoup plus vîte & bien plus fort. On peut prouver par l'expérience fuivante, qu'il n'eft pas impoffible de faire abandonner au feu la place qu'il occupe dans un Corps, pour lui faire occuper une autre place de ce même Corps, en le pouffant d'un endroit dans un autre. On prend pour cet effet une longue barre de fer, que l'on chauffe à un bout, alors l'autre bout reftera long-temps froid; mais on n'aura pas plutôt plongé le bout qui eft chaud, dans de l'eau froide, que la chaleur pénétrera fur le champ l'autre bout, de forte qu'il fera auffi chaud que fi on l'eut chauffé dans le feu. L'eau froide fait ici, que les parties extérieures du fer chaud s'attirent fort vîte, & que les parties intérieures fe trouvant par confequent remplies de feu, fe condenfent davantage, d'où il arrive qu'elles pouffent alors leur feu de tous côtés, & que le bout froid de la barre s'en trouvant d'abord rempli, devient chaud.

6°. Peut-on affûrer avec les Sectateurs d'Ariftote, que le feu raffemble les particules homogénes, & qu'il fépare les uns des autres les corpufcules hétérogénes? Point du tout : car le feu ne produit pas toujours cet effet-là; puifque, lorfqu'on fait fondre dans un pot du fuif, de la cire, de la poix, de la réfine, tout cela fe mele & s'incorpore enfemble. Lorfqu'on met divers métaux dans un creufet, ils fe confondent les uns avec les autres auffi-tôt qu'ils font fondus. On doit cependant accorder à ces Philofophes, que le feu raffemble quelquefois les parties homogénes; car les Chymiftes ont l'art d'extraire des plantes, l'eau, les huiles, les fels, & de les raffembler chacun féparément.

7°.

7°. De quelle maniere le feu ramollit-il certains Corps, comme le ſuif, la poix, la cire ? Parce qu'il déſunit les parties de ces Corps, & qu'il les fait comme flotter & nager dans le feu, de la même maniere que les parties des Corps ſolides flottent dans les fluides où elles ont été diſſoutes, & où elles ſe trouvent alors ſéparées les unes des autres.

8°. Comment le feu durcit-il d'autres Corps, comme la terre glaiſe qui ſe change en pierre ? Parce que le feu fait évaporer les parties aqueuſes, qui ſont entre les parties de la terre glaiſe ; de ſorte que les parties terreſtres ſe rapprochent davantage, ſe touchent en des ſurfaces plus larges, ce qui fait qu'elles tiennent plus fortement les unes aux autres. Si le feu agit avec tant de force qu'il faſſe fondre les ſels, & que ces ſels s'introduiſent dans les pores de la terre, qu'ils les rempliſſent & qu'ils donnent par conſequent lieu aux parties terreſtres de ſe toucher encore en de plus grandes ſurfaces, leur cohéſion en devra être plus forte, & la pierre en deviendra plus dure ; & c'eſt pour cette raiſon que les briques bien cuites deviennent extrêmement dures. La ſtructure particuliere des parties de certains Corps eſt quelquefois cauſe qu'ils ſe durciſſent au feu ; mais tandis qu'elles nous ſeront inconnuës, il ne nous ſera pas poſſible d'expliquer pourqnoi elles ſe durciſſent : par exemple, le blanc d'œuf ſe diſſout : & ſa fluidité augmente de plus en plus par la chaleur que lui communique une poule qui couve, c'eſt-à-dire, entre 80 & 100 degrés ſur le Thermométre : mais ce même blanc d'œuf ſe durcit dans l'eau chaude, quoiqu'il ne s'en diſſipe rien : il redevient fluide, lorſqu'on l'expoſe à une plus grande chaleur, & il ſe réduit même, du moins la $\frac{9}{10}$ partie, en une eau claire, ſans odeur & ſans goût.

9°. Comment le feu deſſéche-t-il les Corps humides ? Le feu agit ſur les particules aqueuſes, il les raréfie, il les ſépare des parties ſolides des Corps, auſquels elles tiennent moins fortement qu'elles ne tiennent les unes aux autres ; ainſi ces parties ſolides ſe trouvant alors denuées de l'eau qui les humectoit, ſe deſſéchent entierement.

10°. Pourquoi certains Corps chauds répandent-ils de la lumiere, tandis que d'autres Corps plus chauds ne luiſent pas du tout ? Le bois vermoulu eſt luiſant, le fer auſſi chaud que l'huile bouillante ne luit pas. D'où cela vient-il ? Cela vient de ce que certains Corps dardent leur feu en lignes droites ; & ce ſont ceux-là qui luiſent. D'autres ne jettent leur feu, qu'en communiquant un mouvement irrégulier, & en lui faiſant décrire des lignes courbes ; ces ſortes de Corps ne ſont pas du tout luiſans. Nous remarquons, que lorſque la lumiere part de quelque Corps, elle n'agit ſur nos yeux qu'en lignes droites.

11°. Pourquoi la flamme d'une chandelle de ſuif qui brûle, ſe trouve-t-elle toujours à quelque diſtance du ſuif ? Parce que le ſuif eſt froid, & qu'il ne peut brûler, à moins qu'il ne ſoit fondu & qu'il n'ait acquis une chaleur de plus de 600 degrés ſur le Thermométre : voilà la raiſon de cette diſtance, car il y a divers degrés de chaleur entre le ſuif & la flamme.

12°. Pourquoi le coton devient-il noir, après avoir été exposé quelque temps à la flamme de la chandelle ? Parce qu'il contient le charbon du suif, qui est composé d'huile noire & de terre ; cela se remarque fort bien dans le coton d'une lampe qui brule avec de l'huile, car il s'y amasse un charbon noir qui se sépare & se brise même quelquefois avec violence.

13°. Pourquoi une chandelle qui a brulé quelque temps, & que l'on éteint ensuite avec un éteignoir, se rallume-t-elle ensuite plus facilement, qu'une chandelle qui n'a pas encore été allumée ? Parce que le coton après avoir brulé quelque temps, se noircit & se trouve rempli des parties noires de la graisse. Or le coton noir, & les parties noires de la graisse attirent les particules ignées avec beaucoup plus de force, que le coton blanc qui n'a pas encore servi, suivant ce que nous avons dit au §. 974.

14°. Qu'est-ce que la chaleur dans les Corps ? C'est un mouvement que le feu communique à leurs parties, & ce trémoussement ne cesse de continuer aussi long-temps que les Corps conservent encore leur solidité. Ce qui nous fait conclure, que le mouvement dans les Corps est un trémoussement, c'est que si on jette seulement la vuë pendant le jour sur un charbon ardent, sur une pierre ou sur une plaque de métal chaudes, les rayons de lumiere viennent frapper nos yeux tout en trémoussant, ce qui fait que les objets nous paroissent danser. Lorsqu'on frotte aussi les Corps les uns sur les autres, jusqu'à ce qu'ils deviennent chauds, on excite nécessairement dans leurs parties un trémoussement, à l'aide du mouvement qu'on communique à ce qu'il y a d'inégal & de raboteux dans ces Corps. Lorsqu'on verse quelques goutes de liqueur, sur tout de brandevin, sur une plaque platte de quelque métal bien chaud, on voit que ces goutes s'arrondissent, & qu'elles sont dans un trémoussement continuel. Il y a peut-être aussi dans les fluides un mouvement semblable à celui qui se trouve dans les parties mêmes du feu. Nous ne sçavons pas encore quel est le mouvement des parties du feu. Assurer qu'elles tournent autour de leur axe, c'est se fonder sur de vaines conjectures, car il est absolument impossible de comprendre, qu'un semblable mouvement puisse produire les phénoménes que l'on remarque dans le feu. En effet, une boule qui tourne autour de son axe, ne peut pas plus agir sur les Corps, que si elle étoit en repos.

15°. Quand sentons-nous, que les Corps qui se trouvent hors de nous, sont chauds ? Lorsque le mouvement, que le feu excite dans leurs parties, est plus grand que le mouvement excité par le feu dans les nerfs qui servent au toucher, & dans le suc qu'ils contiennent. Il arrive de-là, que nous jugeons différemment d'un même Corps, que nous trouvons tiéde, ou chaud, ou froid, quoiqu'il soit toujours également chaud, ce qu'on doit attribuer à la différente disposition de l'organe de nos sensations. Qu'on expose en hyver une main à l'air, jusqu'à ce qu'elle soit froide, qu'on chauffe l'autre main au feu, & qu'on ait alors un pot rem-

pli d'eau tiéde ; auſſi-tôt qu'on plongera la main chaude dans cette eau, on dira qu'elle eſt froide ; ce jugement que nous portons alors dépend de la diſpoſition particuliere des nerfs ſenſitifs. Qu'on plonge après cela la main froide dans la même eau, & on devra juger qu'elle eſt chaude ; ce qui dépend encore de la diſpoſition de ces mêmes nerfs. Nous ne jugeons donc pas ſuivant la véritable diſpoſition des Corps qui ſont hors de nous, mais ſuivant qu'ils ſont diſpoſés à l'égard de notre Corps.

16°. Qu'eſt-ce que nous appellons chaleur en nous ? C'eſt une certaine perception de notre ame, laquelle tire ſon origine d'un mouvement qui eſt dans nos nerfs ou dans le ſuc nerveux, & qui eſt ordinairement produit par le feu.

17°. Pourquoi des Corps qui brulent, s'éteignent-ils avant que toute la nourriture du feu ſoit conſumée, lorſqu'on les lie ou qu'on les poſe ſur d'autres Corps froids, ſolides & grands, tandis qu'ils ſe conſument entierement lorſqu'on les met ſur des Corps rares & petits ? Parce que le feu ne peut aſſez détacher ni ſubtiliſer les parties de ſa nourriture, de ſorte qu'elles ne peuvent lui ſervir d'aliment, leur mouvement ſe trouvant d'abord arrêté ou fort diminué par la ſolidité des parties du Corps ſur lequel elles repoſent : d'ailleurs un petit feu n'eſt pas en état de mouvoir un grand Corps de telle maniere, qu'après avoir reçu un mouvement égal à celui de l'aliment du feu, elles laiſſent alors à ce même aliment toute liberté de pouvoir nourrir le feu. Au-contraire, ſi le Corps qui brule eſt poſé ſur un autre Corps rare, les parties qui nourriſſent le feu, peuvent alors recevoir le mouvement dont elles ont beſoin, puiſque ce mouvement n'eſt ni arrêté, ni empêché par la rareté & la poroſité des parties des Corps ſur lequel l'autre repoſe ; de-plus, le feu communique avec le temps aſſez de mouvement aux parties de ce Corps.

18°. Le feu eſt-il un Corps d'une eſpece particuliere, ou les autres Corps peuvent-ils être changés en feu ? Il ſemble que c'eſt un Corps d'une eſpece particuliere, à cauſe des proprietés qu'on lui remarque, & qui ne ſe remarquent pas dans les autres Corps : on voit en effet, qu'il ſe diſtribue d'une maniere uniforme dans tous les autres Corps, & même il pénétre & s'inſinue dans les interſtices qui s'y trouvent. On n'a pas encore découvert juſqu'à préſent, qu'aucun autre Corps poſſédât cette proprieté. De-plus, nous apprenons du grand Philoſophe Monſieur Boerhaave, qu'il n'y a aucune expérience, par laquelle on ait prouvé que le feu eut changé d'autres Corps en véritable feu, quoique ces Corps fuſſent la nourriture même du feu. Si donc le feu n'eſt pas en état de produire du feu de quelqu'autre matiere étrangere, il ne ſe trouvera non plus aucune autre matiere qui puiſſe le produire ; car il n'y a effectivement que le feu qui ait la vertu de produire du feu. Tout le feu eſt-il donc d'une ſeule & même nature, ou y en a-t-il de diverſes ſortes ? C'eſt une choſe qui nous eſt inconnuë : ſi les écoulemens électriques ne ſont que du feu, il y aura alors différentes ſortes de feu.

19°. La

19°. La chaleur eſt-elle à-peu-près égale en Eté dans tous les Pays ; ou fait-il plus chaud, à meſure qu'on s'approche davantage de la Ligne ? Les obſervations que Monſieur Caſſini a faites avec le Thermométre dans ſon voyage des Indes Orientales nous apprennent, que la chaleur n'avoit pas été plus grande en aucun endroit pendant ce voyage, que celle qui avoit été obſervée par Monſieur Reaumur à Paris (*a*).

La doctrine du feu eſt une matiere ſi riche & ſi ample, qu'on ne ſçauroit la finir, mais le plan que nous nous ſommes propoſé, ne nous permet pas de nous étendre davantage ſur ce ſujet.

20°. Mais qu'eſt-ce que le froid dans les Corps ? Ce n'eſt autre choſe que l'abſence du feu & rien de réel, de ſorte que ſi le feu, s'échappe d'un Corps, il devient froid, ſans qu'il ſurvienne quelqu'autre choſe dans ce Corps qui le refroidiſſe.

21°. Dans quelles occaſions ſentons-nous que les Corps ſont froids ? Lorſque leurs parties ſont moins muës par le feu, que ne le ſont nos nerfs ou le ſuc qu'ils contiennent.

22°. Quels ſont les Corps qui refroidiſſent ? Ce ſont ceux qui peuvent faire ſortir le feu des autres Corps ; ou bien qui peuvent diminuer, ou ôter le mouvement du feu & des autres Corps. Cela arrive dans pluſieurs diſſolutions ou dans les efferveſcences, comme lorſqu'on mêle avec l'eau des ſels alkalis volatils ou d'autres ſels, tels que ſont le nitre, le ſel polichreſte, le vitriol, le ſel gemme, le ſel marin, l'alun, & ſur tout le ſel ammoniac ou ſa fleur. La même choſe arrive auſſi, lorſqu'on incorpore avec de la neige ou de la glace les ſels précédens, ou le ſel de tartre, de la potaſſe, le ſucre de Saturne ; ou bien lorſqu'on verſe ſur de la glace du brandevin, de l'eſprit de ſel marin, de l'eſprit de vitriol, du vinaigre, de l'eſprit de ſel ammoniac, de l'eſprit urineux, & particulierement lorſqu'on verſe deſſus de l'eſprit de nitre, car il ſurvient alors un froid terrible, lequel eſt 72 degrés au-deſſous de la marque qui indique le commencement de la gelée ſur le Thermométre de Monſieur Fahrenheit. Si l'on prend du vinaigre, de l'eſprit de vinaigre, du vinaigre de verd-de-gris, du verjus, du jus de citron, du ſuc d'orange, de l'eſprit acide d'alun, & qu'on mêle enſuite une de ces liqueurs avec quelque ſel alkali volatil bien pure, tel qu'eſt le ſel volatil de ſang humain, d'urine, de corne de cerf, &c. il ſe fera alors une grande efferveſcence, accompagnée d'un froid extraordinaire, comme l'a remarqué Monſieur Slare, & après lui pluſieurs autres Chymiſtes. (*b*) La même choſe arrive encore, lorſqu'on verſe de l'huile de vitriol ſur du ſel ammoniac ou ſur de l'eſprit de nitre.

23°. Toute ſorte de froid ne dépend-il donc pas de certaines parties frigoriques qui chaſſent le feu, & prennent ſa place ? Point du tout, quoique quelques Philoſophes célébres ayent été de ce ſentiment, com-

(*a*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1733.
(*b*) *Hiſt. de l'Acad. Roy.* an. 1700. 1705.

me Gaſſendi, Boyle, Lattire, Ramazzini, &c. car il ſuffit, pour qu'un Corps ſe refroidiſſe, que le feu qui s'y trouve en ſorte, ſans qu'il ſoit beſoin que quelqu'autre Corps vienne prendre ſa place. C'eſt ainſi que la plûpart des Corps ſe refroidiſſent : on doit cependant avouer, qu'il y a certains Corps, qui dans quelques occaſions chaſſent le feu des autres Corps, & on peut par conſequent les appeller frigorifiques, comme nous venons de le voir tout-à-l'heure, quoiqu'avant leur mélange avec ces Corps ils ſe trouvaſſent auſſi froids qu'eux, & non moins froids que l'air qui les environnoit ; car après leur mélange avec d'autres Corps, ils deviennent plus froids les premiers, parce qu'ils chaſſent ou diminuent le feu par leur action.

24°. Pourquoi les lieux ſentent-ils le moins mauvais, lorſque l'air eſt médiocrement froid à la fin de l'Automne & au commencement du Printemps ; un peu plus mauvais lorſqu'il gele ; mais extrêmement mauvais lorſqu'il commence à dégeler ? Lorſque l'air eſt médiocrement froid, il a le même degré de chaleur que les immondices, c'eſt pourquoi le feu ne s'éleve alors que peu en-haut avec les parties volatiles ; mais auſſi-tôt que l'air commence à devenir beaucoup plus froid que les immondices renfermées dans les lieux, le feu monte en-haut en grande quantité avec les parties volatiles des excrémens, ce qui rend la puanteur beaucoup plus grande ; cependant ſi il gele ſi fort que les parties volatiles ſe changent en glace avec l'eau qui les accompagne, toute leur puanteur ceſſera dès qu'elles ſe trouveront expoſées à l'air ; & c'eſt pour cela qu'on ne ſent aucune mauvaiſe odeur pendant tout le temps qu'il gele bien fort. Mais lorſque le temps vient à ſe radoucir, les parties volatiles ne ſe gelent plus dans l'air, & comme elles s'y trouvent cependant en grande quantité, elles ne tardent pas à cauſer bien-tôt une grande puanteur. De-plus, le froid venant à pénétrer dans la terre, la corruption des immondices en devient beaucoup moindre dans le temps de la gelée, ce qui diminue par conſequent la chaleur que cauſoit cette corruption, d'où il arrive qu'il s'éleve moins de feu avec les parties excrémenteuſes pendant tout le temps que la gelée dure. Mais lorſqu'il commence à dégeler, & que l'air devient plus chaud, le feu & l'air s'introduiſent d'abord dans la terre, & contribuent à augmenter la corruption des immondices, ce qui produit ſur le champ une infection inſupportable. Cette infection nous annonce le dégel avec bien plus de certitude, que l'élévation du mercure dans le Barométre ou quelqu'autre inſtrument que ce ſoit.

25°. Pourquoi les caves nous paroiſſent-elles froides en Eté, & chaudes en Hyver ? Si l'on ſuſpend un Thermométre dans une cave pendant toute une année, on trouvera qu'il marque que la cave eſt plus chaude en Eté qu'en Hyver, mais qu'il n'y a pas une grande différence entre le plus grand chaud & le froid. Il paroît de-là que, quoique les caves nous ſemblent être plus froides en Eté, elles ne le ſont pourtant pas, & que cette apparence eſt trompeuſe. Voici quelle eſt la raiſon de ce phénoméne. En Eté, notre Corps ſe trouvant expoſé au grand air, devient fort

ſort chaud, le ſang acquiert une chaleur de 92 ou 94 degrés, la chaleur du grand air eſt auſſi alors de 70 à 80 degrés, au-lieu que l'air qui ſe trouve dans ce temps-là renfermé dans les caves n'a qu'une chaleur de 45 à 50 degrés, de ſorte qu'il eſt beaucoup plus froid que notre corps, & que l'air extérieur. Ainſi, dès qu'on entre dans une cave, lorſqu'on a fort chaud, on y rencontre un air beaucoup plus froid, que l'air extérieur, ce qui fait que la cave nous paroît alors froide. En Hyver au-contraire, lorſqu'il géle, le froid de l'air extérieur eſt depuis 0 juſqu'à 32, degrés, au-lieu que la chaleur de l'air de la cave ſe trouve encore de 45 degrés; ainſi, nous trouvant donc d'abord expoſés à l'air froid extérieur, qui fait impreſſion ſur notre corps, & qui ſe refroidit en effet, nous n'entrons pas plutôt dans la cave, que nous y ſentons un air beaucoup plus chaud, qui ne manque pas de réchauffer auſſi notre corps, ce qui eſt cauſe que l'air de la cave nous paroît alors chaud. Cependant, nous ne pouvons pas ſçavoir, ni juger par la ſeule impreſſion que l'air fait ſur nous, ſi il eſt effectivement alors plus chaud qu'en Eté, ce n'eſt qu'à l'aide du Termométre, que nous pouvons être aſſurés, ſi l'air eſt plus chaud en Eté qu'en Hyver.

Fin du Tome premier.







